



iesd

Institut d'études
de stratégie et
de défense

Faculté de droit
Université Jean Moulin - Lyon III

NOVEMBRE 2024

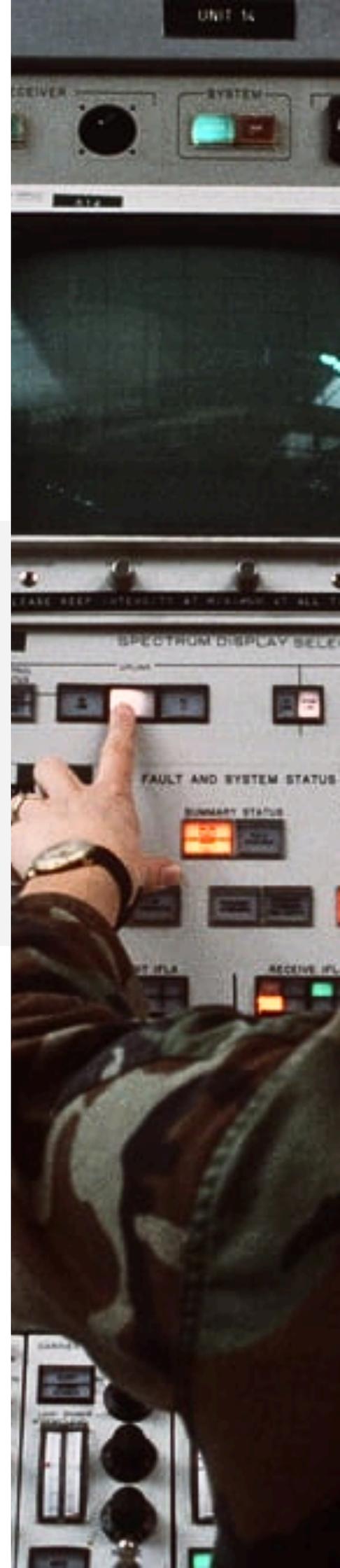
Les systèmes de commandement, contrôle et communications nucléaires (NC3) et la réduction des risques stratégiques

Quels enjeux pour la France ?

Douglas Rocha

POLICY PAPERS

Analyse technico-capacitaire



A propos de l'IESD

L'**Institut d'études de stratégie et de défense (IESD)** est une structure de recherche universitaire créée en 2018 et spécialisée dans le champ des études stratégiques. Soutenu par l'Université de Lyon (UdL), l'IESD appartient à la **faculté de droit de l'Université Jean Moulin – Lyon III**. L'institut accueille une équipe multidisciplinaire de chercheurs lyonnais et extérieurs (droit, science politique, gestion, économie, sociologie, histoire), et fédère autour d'elle un réseau d'experts, de chercheurs, de doctorants et d'étudiants spécialisés dans l'étude des interactions conflictuelles contemporaines.

L'IESD est actuellement labellisé « **Centre national d'excellence défense** » par la **Direction générale des Relations internationales et stratégiques (DGRIS-Minarm)** dans le cadre du Pacte Enseignement Supérieur (PES), au titre d'un programme de recherche lauréat intitulé « *L'interconnexion des capacités stratégiques hautes (puissance aérienne, espace, nucléaire, défense anti-missiles) : conséquences politiques et opérationnelles des couplages capacitaires de haute intensité dans les espaces homogènes et les Contested Commons* ».

Directeur de l'IESD : Olivier Zajec, Professeur des universités en science politique, Faculté de droit, Université Jean Moulin-Lyon III.

Site web : <https://iesd.univ-lyon3.fr/>
Contact : iesd.contact@gmail.com

IESD – Faculté de droit
Université Jean Moulin – Lyon III
1C avenue des Frères Lumière – CS 78242
69372 LYON CEDEX 08



POLICY PAPERS

Analyse technico-capacitaire

Douglas de Quadros Rocha, « Les systèmes de commandement, contrôle et communications nucléaires (NC3) et la réduction des risques stratégiques : quels enjeux pour la France ? », *Policy Paper de l'IESD*, coll. « Analyse technico-capacitaire », n° 6, novembre 2024.

Résumé

De la Guerre froide jusqu'à nos jours, les systèmes de commandement, contrôle et communications nucléaires (NC3) ont souvent fait l'objet d'analyses portant sur leur vulnérabilité à une attaque adverse et les risques d'escalade nucléaire qui en découleraient. La tendance à l'imbrication des capacités conventionnelles et nucléaires, la mise au point de technologies émergentes, et les stratégies de désinformation renouvellent d'anciens enjeux stratégiques au regard de l'architecture NC3. À partir d'une doctrine de dissuasion existentielle, la posture nucléaire française repose sur la crédibilité des forces militaires, sous le contrôle affirmé du chef de l'État. Compte tenu des menaces contemporaines et du retour de la compétition stratégique entre les grandes puissances, la résilience des systèmes NC3 s'avère essentielle afin d'assurer la crédibilité et la pérennité de la dissuasion française. Enfin, l'intégration des risques d'escalade dans le cadre des discussions portant sur l'évolution des systèmes NC3 pourrait contribuer à renforcer la posture de dissuasion française et atténuer, ainsi, les risques d'un conflit nucléaire.

Abstract

From the Cold War to these days, nuclear command, control and communications (NC3) systems have often been the subject of analysis concerning their vulnerability to adverse attack and the consequent risk of nuclear escalation. The growing entanglement of conventional and nuclear capabilities, the development of emerging technologies, and disinformation strategies have renewed old strategic challenges for the NC3 architecture. Based on a doctrine of existential deterrence, France's nuclear posture relies on the credibility of its military forces, under the assertive control of the Head of State. In the light of new technological threats, the resilience of NC3 systems is essential to ensure the credibility and durability of the French deterrent. Lastly, an appreciation of the risks of escalation when examining NC3 systems could strengthen France's deterrent posture and thus mitigate the risks of a nuclear conflict.

A propos de l'auteur

Douglas de Quadros Rocha est chercheur doctorant dans l'Axe stratégie du laboratoire Magellan (EA 3713, IAE, Lyon III) et responsable du pôle d'Études nucléaires à l'Institut d'études de stratégie et de défense (IESD, Faculté de droit, Lyon III). Il est doctorant en science politique à l'Université Jean Moulin Lyon-III où il rédige une thèse portant sur la stratégie de dissuasion et de maîtrise des armements nucléaires de la France. Ses recherches portent sur les enjeux nucléaires (dissuasion, non-prolifération, maîtrise des armements et désarmement), la doctrine de dissuasion française et la réduction de risques stratégiques.

douglas.de-quadros-rocha1@univ-lyon3.fr

Les opinions exprimées dans les publications de l'IESD n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Table des matières

Les systèmes de commandement, contrôle et communications nucléaires (NC3) et la réduction des risques stratégiques : quels enjeux pour la France ?	6
La problématique des risques stratégiques et les systèmes NC3.....	7
La « monarchie nucléaire » : l'architecture de commandement, contrôle et communications nucléaires en France	10
Le maintien de la crédibilité de la dissuasion française face aux risques émergents	13
L'imbrication des systèmes nucléaires et conventionnels	14
Les armes antisatellites	15
Les armes cyber	17
Les stratégies de désinformation et le champ des perceptions.....	18
Conclusion	20
Bibliographie	22

Les systèmes de commandement, contrôle et communications nucléaires (NC3) et la réduction des risques stratégiques : quels enjeux pour la France ?

En janvier 2024, le secrétaire à la Défense des États-Unis, Lloyd J. Austin, a été hospitalisé et n'a informé le Pentagone et la Maison Blanche que deux jours plus tard¹. Or, en tant que secrétaire à la Défense, Lloyd Austin participe à la chaîne de commandement et contrôle des forces de dissuasion américaines. Cet incident a suscité des critiques au sein même de l'administration, concernant le bon fonctionnement des transmissions de l'ordre nucléaire². En effet, compte tenu de la guerre de haute intensité en Ukraine et des risques croissants d'emploi atomique, le NC3 (*Nuclear Command, Control and Communications*), c'est-à-dire les enjeux de commandement, contrôle et communications des postures nucléaires acquiert une nouvelle sensibilité. Au-delà des capacités militaires, qui s'expriment en nombre de missiles balistiques, de sous-marins lanceurs d'engin (SNLE) et de bombardiers stratégiques, la dissuasion repose en effet sur la confiance en la transmission de l'ordre nucléaire du chef de l'État aux forces militaires en cas d'agression.

Compte tenu de l'intensification de la compétition stratégique à l'échelle internationale,

certains analystes français et étrangers s'intéressent de plus en plus aux risques stratégiques émergents liés à ces systèmes NC3 qui assurent les transmissions des ordres du chef de l'État aux forces nucléaires déployées³. En termes conceptuels, ils peuvent être définis comme « *les systèmes d'information soutenant l'exercice du commandement et contrôle, ainsi que les communications entre les unités de commandement dans le cadre d'opérations militaires impliquant la planification et l'utilisation d'armes nucléaires* »⁴. Afin de soutenir le processus de prise de décision du chef de l'État et de garantir la crédibilité de la dissuasion, ces systèmes NC3 doivent répondre à certaines exigences opérationnelles :

- La *permanence* de commandement ;
- La *redondance* des transmissions ;
- La *résilience* des infrastructures.

Durant la Guerre froide, les systèmes NC3 ont été considérés comme la colonne centrale des postures de dissuasion, ce qui explique les préoccupations à propos de leur possible vulnérabilité à une attaque adverse⁵. Dans les années 1980, Barry Posen avait souligné les risques d'escalade nucléaire pouvant découler d'un conflit entre forces conventionnelles lorsque l'adversaire s'en prend aux systèmes de commandement et contrôle⁶. Des études plus récentes, dans un contexte de compétition croissante entre les États-Unis, la Russie et la

¹ Helene Cooper et Eric Schmitt, « Defense Secretary Kept White House in the Dark About His Hospitalization », *The New York Times*, 8 janvier 2024.

² Brad Dress, « Top House Republican launches investigation into Defense secretary's hospitalization », *The Hill*, 9 janvier 2024, <https://thehill.com/policy/defense/4398912-top-house-republican-launches-investigation-into-defense-secretarys-hospitalization/>.

³ James M. Acton, « Escalation through Entanglement: How the Vulnerability of Command-and-Control Systems Raises the Risks of an Inadvertent Nuclear War », *International Security*, vol. 43, n° 1, été 2018 ; Corentin Brustlein, « La réduction des risques stratégiques entre puissances nucléaires », *Proliferation Papers*, n° 63, Ifri, janvier 2021 ; Héloïse Fayet, « French thinking on AI integration and interaction with nuclear command and control, force structure, and decision-making »,

European Leadership Network, Londres, novembre 2023.

⁴ Yasmin Afina, Calum Inverarity et Beyza Unal, « Ensuring Cyber Resilience in NATO's Command, Control and Communication Systems », *Research Paper*, Chatham House, juillet 2020, p. 14.

⁵ Paul Bracken, *The Command and Control of Nuclear Forces*, Yale University Press, Binghamton, 1983 ; Ashton B. Carter, John D. Steinbruner et Charles A. Zraket (dir.), *Managing Nuclear Operations*, Washington, D.C., The Brookings Institution, 1987.

⁶ Barry R. Posen, *Inadvertent Escalation: Conventional War and Nuclear Risks*, Ithaca, NY, Cornell University Press, 1991 ; Barry R. Posen, « Inadvertent Nuclear War?: Escalation and NATO's Northern Flank », *International Security*, vol. 7, n° 2, 1982, p. 28-54.

Chine, ont mis en lumière les risques nucléaires liées à la tendance d'imbrication des capacités conventionnelles et nucléaires⁷. C'est le cas notamment des systèmes de commandement, contrôle et communications des opérations contemporaines⁸. Soucieuses d'économie de leurs moyens militaires et budgétaires, certaines puissances nucléaires utilisent les mêmes satellites pour l'ensemble des transmissions de leurs opérations, que celles-ci soient conventionnelles ou nucléaires. Une escalade nucléaire peut ainsi avoir lieu en raison d'une interprétation erronée de l'adversaire, qui prendrait une attaque contre des systèmes conventionnels pour une tentative de neutralisation de ses communications nucléaires.

Cette tendance à l'imbrication nucléaire-conventionnelle se couple avec la mise au point de technologies émergentes qui introduit de nouvelles menaces dans le domaine mouvant du NC3. D'une part, sur le plan capacitaire, les armes antisatellites et cyber peuvent éventuellement produire des effets stratégiques si elles portent atteinte à la fiabilité des systèmes NC3. Le retard voire l'interruption des transmissions à la suite d'une attaque conduite avec des missiles ASAT ou, de manière plus probable, à l'aide d'un brouillage entre satellites, pourrait ainsi porter préjudice au déroulement des opérations militaires et augmenter les risques d'escalade, notamment dans un contexte de crise ou conflit⁹. D'autre part, sur le plan politique, les stratégies de désinformation, à travers la manipulation des informations et des perceptions, peuvent affaiblir la confiance générale vis-à-vis du chef de l'État et accentuer ainsi les pressions sur ce dernier lors de la prise de décision de l'emploi atomique¹⁰.

Compte tenu de ces évolutions, il semble important de considérer d'un œil neuf les risques

d'emploi nucléaire découlant d'un processus d'escalade militaire impliquant les NC3. À la lumière de l'environnement stratégique en Europe, que peut-on dire aujourd'hui des enjeux stratégiques liés aux systèmes de commandement, contrôle et communications nucléaires ? Comment peut-on réduire les risques nucléaires tout en renforçant la crédibilité de la dissuasion française ? Bien que peu répandues en France si on considère leur dynamique dans d'autres pays, les études portant sur les risques stratégiques peuvent contribuer à la compréhension des menaces militaires émergentes, dans le cadre des relations de dissuasion nucléaire. En conséquence, et tout en tenant compte des difficultés évidentes d'accès aux informations classifiées dans ce domaine sensible, l'objectif de ce *policy paper* est d'analyser les systèmes NC3 de la dissuasion française à la lumière des nouvelles conditions stratégiques.

Dans un premier temps, nous analyserons la pertinence des réflexions portant sur les risques stratégiques liés aux systèmes de commandement, contrôle et communications nucléaires. Nous identifierons dans un deuxième temps l'architecture C3 sur laquelle repose la dissuasion nucléaire française. Enfin, nous analyserons les évolutions technologiques liées à ces enjeux, et leurs implications pour la dissuasion française dans années à venir.

La problématique des risques stratégiques et les systèmes NC3

Durant la Guerre froide, la vulnérabilité des systèmes de dissuasion et les risques d'un conflit nucléaire ont fait l'objet d'études et de réflexions importantes des deux côtés de l'Atlantique. La crainte d'une frappe nucléaire en premier ayant

⁷ James M. Acton, « Escalation through Entanglement: How the Vulnerability of Command-and-Control Systems Raises the Risks of an Inadvertent Nuclear War », *op.cit.*, p. 56-99 ; James M. Acton (dir.), *Entanglement: Russian and Chinese Perspectives on Non-Nuclear Weapons and Nuclear Risks*, Washington, D.C., Carnegie Endowment for International Peace, 2017.

⁸ Rebecca Hersman *et al.*, *Under the Nuclear Shadow: Situational Awareness Technology and Crisis Decisionmaking*, Center for Strategic and International Studies, Washington D.C., mars 2020.

⁹ James M. Acton et Thomas D. MacDonald, « Nuclear Command-and-Control Satellites Should Be Off Limits », *Defense One*, 10 décembre 2021, <https://www.defenseone.com/ideas/2021/12/nuclear-command-and-control-satellites-should-be-limits/187472/>.

¹⁰ Rebecca Hersman, « Wormhole Escalation in the New Nuclear Age », *Texas National Security Review*, vol. 3, n° 3, automne 2020.

pour but de désarmer les forces de dissuasion de l'adversaire était considérée comme une source de risques d'escalade pouvant provoquer une guerre nucléaire entre les deux superpuissances¹¹. Dans de telles conditions, aujourd'hui comme hier, le chef de l'État peut se trouver dans une situation de « *use it or lose it* », c'est-à-dire, entre l'emploi en premier des forces nucléaires ou la menace de leur destruction par l'ennemi¹². Avec la consolidation de la parité nucléaire entre les forces stratégiques américaines et soviétiques à partir des années 1970, la menace de guerre nucléaire stratégique a ensuite reposé sur l'équilibre entre les forces invulnérables de seconde frappe, tandis que, dans le même temps, les armes nucléaires tactiques maintenaient l'idée de la possibilité théorique d'une guerre nucléaire limitée au champ de bataille européen.

Si l'équilibre de la terreur rendait un échange direct entre les forces nucléaires stratégiques américaines et soviétiques peu crédible, la rigidité de la « voûte nucléaire » découlant de cet équilibre augmentait les risques d'un affrontement limité entre forces conventionnelles sous le seuil stratégique. À partir de ce paradoxe de la stabilité-instabilité¹³, nombre d'analystes (Barry Posen, Robert Jervis, entre autres) ont dès lors souligné les risques d'une guerre nucléaire provoquée par les dynamiques d'escalade entre forces conventionnelles¹⁴. Dans une situation de crise

marquée par l'incertitude, les autorités politiques et militaires peuvent en effet être victimes de malentendus, d'erreurs de calcul ou de perceptions erronées¹⁵. En ce sens, les exemples de la crise des missiles de Cuba en 1962 et de la guerre du Kippour en 1973 ont démontré les risques nucléaires lors d'une crise militaire conventionnelle, et les pressions qui en découlent pour l'architecture NC3, notamment en ce qui concerne les systèmes d'alerte¹⁶.

En raison de cette situation de stabilité-instabilité, les superpuissances de la Guerre froide ont construit une architecture d'accords et de mécanismes pour faciliter la communication entre Washington et Moscou et réduire les risques d'un conflit nucléaire non souhaité. Bien que moins connus que les traités de maîtrise des armements, les mécanismes de réduction de risques nucléaires ont constitué un instrument important de prévention de malentendus et de renforcement de prévisibilité des relations de dissuasion entre les États-Unis et l'Union soviétique¹⁷. Dès les années 1960, en réaction à la crise des missiles de Cuba, les deux superpuissances ont signé des accords afin d'améliorer la communication et de réduire les risques de malentendu lors de la prise de décision¹⁸. Élément iconique de la Guerre froide, le système « téléphone rouge » a permis, à partir de juin 1963, une communication directe entre Washington et Moscou¹⁹. Ces accords ont

¹¹ Pour une discussion sur le concept de frappe nucléaire « décapitante », ayant pour but de désarmer les forces de riposte de l'adversaire, voir John D. Steinbruner, « Nuclear Decapitation », *Foreign Policy*, n° 45, 1981, p. 16-28.

¹² En analysant la vulnérabilité des bombardiers stratégiques américains en Europe, le célèbre article de Albert Wohlstetter a introduit le débat sur l'importance de l'invulnérabilité des forces nucléaires pour renforcer la dissuasion. Voir : Albert Wohlstetter, « The Delicate Balance of Terror », *Foreign Affairs*, vol. 37, n° 2, 1959.

¹³ Le paradoxe de la stabilité-instabilité a été formulé par Glenn Snyder dans « The Balance of Power and the Balance of Terror », dans Peter Seabury (dir.), *The Balance of Power*, San Francisco, CA, Chandler, 1965, p. 198-199.

¹⁴ En ce sens, voir : Barry R. Posen, « Inadvertent Nuclear War?: Escalation and NATO's Northern Flank », *op. cit.*

¹⁵ Robert Jervis, *Perception and Misperception in International Politics*, Princeton, Princeton University Press, 1976.

¹⁶ Pour une analyse organisationnelle des crises nucléaires, voir notamment : Scott D. Sagan, « Nuclear Alerts and Crisis Management », *International Security*, vol. 9, n° 4, printemps 1985, p. 99-139.

¹⁷ Joseph S. Nye, « U.S.-Soviet Relations and Nuclear-Risk Reduction », *Political Science Quarterly*, vol. 99, n° 3, automne/1984, p. 401-414.

¹⁸ En ce sens, nous pouvons citer le traité établissant une ligne de communication directe entre Washington et Moscou (1963) ; L'accord sur les mesures d'amélioration des lignes de communication directe entre les États-Unis et l'Union soviétique (1971) ; l'Accord sur les incidents en mer (1971) ; l'Accord sur la prévention de la guerre nucléaire (1973) ; et l'Accord sur la création des centres de réduction des risques nucléaires (1987).

¹⁹ Sally K. Horn, « The Hotline », dans John Borawski (dir.), *Avoiding War in the Nuclear Age: Confidence-*

démontré la prise en compte du lien entre postures nucléaires et prise de décision des autorités. Par la suite, ces leçons ont servi de fondement pour établir des accords dans le domaine conventionnel, en établissant des mécanismes de notification d'exercices militaires et d'essais de missiles balistiques, ainsi que de nouveaux canaux de communication directe entre les États²⁰. Tel est notamment le cas des mesures de confiance et de transparence de l'Organisation pour la sécurité et la coopération en Europe (OSCE).

En se basant sur l'ensemble de ces leçons héritées de la Guerre froide, des recherches récentes se sont intéressées à la réduction des risques nucléaires à partir d'une approche stratégique²¹. Les risques sont ici analysés dans le cadre de la dialectique des volontés entre les États, qui découle des dynamiques propres à la crise et à la guerre, dont l'incertitude influence les perceptions des autorités politiques. Ces risques d'escalade sont donc appréhendés à partir du contexte stratégique dans lequel ils s'inscrivent. Cette approche des risques s'éloigne des analyses qui mettent quant à elles l'accent sur les « chances » d'accidents techniques et humains, et qui accordent un rôle central au hasard²². Pour ces études centrées sur l'incertitude, et dans le cadre d'un contexte de crise et de guerre, l'emploi atomique découlerait donc, plus vraisemblablement des dynamiques d'escalade « par inadvertance », à partir de malentendus et de perceptions erronées durant le processus de prise de décision.

Les risques nucléaires peuvent découler de quatre sources qui, malgré leur spécificité conceptuelle, sont en réalité interconnectées du point de vue stratégique²³. Une première source concerne les risques découlant des conditions d'emploi nucléaire prévues par les documents et les discours doctrinaux. Par exemple, les définitions des expressions telles que les « intérêts vitaux » ou l'« existence même de l'État » peuvent être porteuses de risques d'emploi atomique en raison de l'imprécision des définitions. Ce qui est « vital » pour un État peut évidemment ne pas l'être pour un autre. Une deuxième « source » découle du processus d'escalade militaire entre forces adverses. Lors d'un conflit conventionnel, par erreur de calcul ou perception erronée, l'un des adversaires peut attaquer un système considéré comme « critique » par l'adversaire et provoquer une réponse nucléaire. C'est notamment le cas des systèmes NC3 : la *Nuclear Posture Review* américaine de 2018 prévoyait le recours à l'arme atomique en cas d'attaque contre des « systèmes de commandement et contrôle, ou d'alerte et de détection d'attaques »²⁴. Sa version de 2022, en revanche, est moins précise à ce sujet, préférant le recours au nucléaire à la suite d'attaques – nucléaires ou non nucléaires – produisant des « effets stratégiques »²⁵. La question est de savoir si les systèmes NC3 s'inscriraient encore dans cette catégorie d'effets. Selon les dernières sources de risques, enfin, l'emploi du nucléaire peut découler d'un accident technique ou bien humain :

Building Measures for Crisis Stability, Boulder, CO, Westview Press, 1986.

²⁰ Pour une analyses sur l'évolution de la maîtrise des armements conventionnels et la réduction de risques en Europe, voir : Alexander Graef, « Beyond Stability: The politics of conventional arms control in Europe », *Z Friedens und Konfliktforschung*, vol. 10, n° 2, p. 219–245.

²¹ Corentin Brustlein, « La réduction des risques stratégiques entre puissances nucléaires », *op. cit.* ; Marion Messmer, « *Strategic Risk Reduction in the European Context: Risk Assessment and Policy Recommendations* », BASIC, Londres, juin 2020 ; Brad Roberts, « On Adapting Nuclear Deterrence to Reduce Nuclear Risk », *Daedalus*, vol. 149, n° 2, 2020 ; Petr Topychkanov, Taking Forward the Dialogue on Nuclear Risk Reduction, *Journal for Peace and Nuclear Disarmament*, vol. 4, n° sup 1, 2021, p. 157-162 ; Wilfred

Wan (ed.), « Nuclear Risk Reduction: Closing Pathways to Use », UNIDIR, Genève, 2020.

²² Scott D. Sagan, *The Limits of Safety. Organizations, Accidents and Nuclear Weapons*, Princeton, Princeton University Press, 1993 ; Benoît Pelopidas, « The Unbearable Lightness of Luck. Three Sources of Overconfidence in the Controllability of Nuclear Crises », *European Journal of International Security*, vol. 2, n° 2, p. 240–262.

²³ Wilfred Wan, *Nuclear Risk Reduction: A Framework for Analysis*, Genève, UNIDIR, 2019, p. 8.

²⁴ U.S. Department of Defense, *2018 Nuclear Posture Review*, Washington, D.C., 2018, p. 21. Cependant, la *Nuclear Posture Review* de 2022 semble relativiser ce scénario d'emploi nucléaire et prendre en compte les risques qui en découlent.

²⁵ U.S. Department of Defense, *2022 Nuclear Posture Review*, Washington, D.C., 2022, p. 9.

dans une situation de crise, une erreur des systèmes d'alerte avancée ou des transmissions pourraient augmenter les pressions sur l'autorité politique durant le processus de prise de décision, et l'inciter ainsi à recourir à l'arme atomique.

Si l'on se place dans une perspective de réduction de risques nucléaires, les procédures de commandement et contrôle sont obligatoirement élevées au rang de priorités obligatoires. Dans le cadre de leurs missions de commandement et contrôle nucléaires, les autorités sont en effet confrontées au dilemme du « toujours et jamais » (*always/never dilemma*). Il s'agit d'assurer que les forces nucléaires pourront *toujours* être employées, quelle que soit la situation (contrôle positif), mais aussi qu'elles ne seront *jamais* employées de manière accidentelle ou non-autorisée (contrôle négatif)²⁶. Pour assurer ce double objectif, le contrôle de l'architecture NC3 peut se décliner de deux façons²⁷ :

- Un contrôle dit « affirmé » : le dirigeant politique maintient son autorité sur la décision d'emploi nucléaire aussi bien en période de paix que de guerre ;
- Un contrôle dit « délégatif » : le dirigeant politique délègue le commandement et le contrôle des armes nucléaires aux autorités militaires de manière constante.

Si le premier type réduit les risques d'emploi accidentel des armes nucléaires, grâce au contrôle politique constant, le second type assure une réactivité de riposte, tout en augmentant selon certains les risques d'escalade.

Pour que le chef de l'État puisse prendre la décision d'engagement des forces nucléaires, il doit disposer de capacités qui lui permettent de « *savoir ce qui se passe dans le chaos d'une crise ou d'une guerre* » et de s'assurer que ses ordres seront « *exécutés avec précision et fiabilité* »²⁸. Par conséquent, les moyens de surveillance sont essentiels pour confirmer une attaque adverse et autoriser l'engagement des forces nucléaires. C'est pourquoi les puissances nucléaires disposent de deux sources indépendantes de données – des radars sur sol et des satellites dans l'espace – afin d'éviter une perception erronée et des malentendus²⁹.

Tous ces éléments techniques et procéduraux sont communs aux différentes puissances nucléaires militaires. Examinons à présent la manière spécifique dont la France les met en œuvre et les fait évoluer.

La « monarchie nucléaire » : l'architecture de commandement, contrôle et communications nucléaires en France

Historiquement, la dissuasion nucléaire française et son architecture NC3 sont centrées autour de la figure du président de la République, chef de l'État et des forces armées françaises depuis la Constitution de 1958 de la Cinquième République³⁰. Parfois désignée comme une « monarchie nucléaire³¹ », l'organisation décisionnelle française en matière atomique repose sur une chaîne de commandement et contrôle centralisée qui lie le Président français aux forces stratégiques (*cf. Figure 1*). Toutefois, le Chef de

²⁶ Peter Feaver, « Command and Control in Emerging Nuclear Nations », *International Security*, vol. 17, n° 3, 1992, p. 163-168.

²⁷ *Ibid.*, p. 168-170.

²⁸ Ashton B. Carter, « The Command and Control of Nuclear War », *Scientific American*, vol. 252, n° 1, 1985, p. 32.

²⁹ Richard Halloran, « Nuclear Missiles: Warning System and the Question of When to Fire », *New York Times*, 29 May 1983, <http://www.nytimes.com/1983/05/29/us/nuclear-missiles-warning-system-and-the-question-of-when-to-fire.html>.

³⁰ L'article 5 de la Constitution française de 1958 considère le président de la République comme le « *garant de l'indépendance nationale [et] de l'intégrité du territoire* ». En 1964, au moment de la mise en alerte du premier bombardier stratégique, un décret avait accordé au président l'autorité sur les forces nucléaires. Ce décret a été révisé à deux reprises (1996 et 2010) tout en réaffirmant l'autorité présidentielle sur l'emploi de l'arme nucléaire.

³¹ Samy Cohen, *La monarchie nucléaire : les coulisses de la politique étrangère sous la Ve République*, Paris, Hachette, 1986.

l'état-major particulier du président de la République (CEMP), et le Chef de l'état-major des armées (CEMA), participeraient à la prise de décision finale³². Bien que la chaîne soit très courte, le Président consulterait aussi très probablement les membres du Conseil de défense et de sécurité nationale³³. Dans le Poste de Commandement « Jupiter », situé sous le palais de l'Élysée, le Président transmettrait l'ordre d'engagement au CEMA, lequel est chargé « de faire exécuter les opérations nécessaires à la mise en œuvre des forces nucléaires [et d'assurer] l'exécution de l'ordre d'engagement donné par le Président »³⁴. Bien que de manière strictement opérationnelle, le CEMA est le seul commandant militaire à participer à la préparation et l'exécution des plans nucléaires à travers le Centre opérationnel des forces nucléaires (COFN). Malgré les consultations des autorités politiques et militaires, l'autorité ultime de la décision

revient néanmoins au Président. En effet, il est le seul responsable de la définition des « intérêts vitaux » du pays et de l'appréciation des conditions qui justifieraient le recours à l'arme nucléaire.

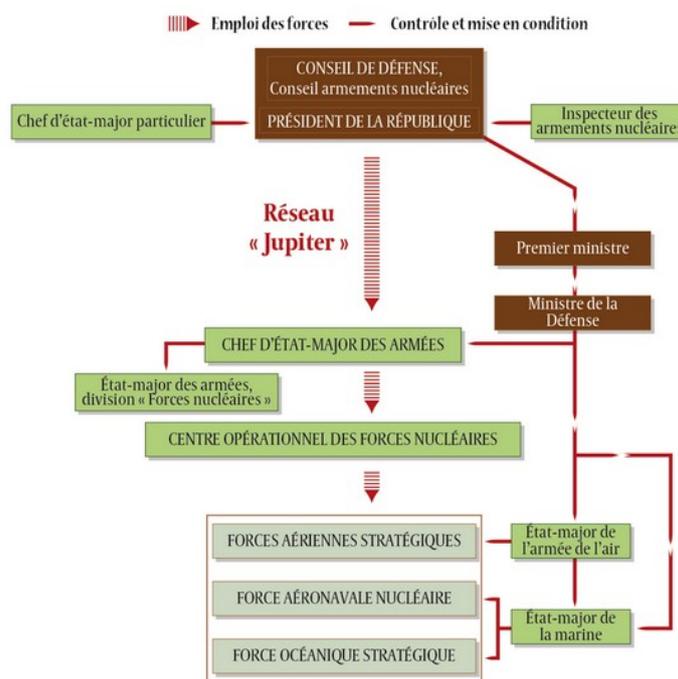
Fortement influencée par la vision du général de Gaulle, cette centralisation de la décision autour du président est caractéristique de la dissuasion française depuis sa structuration dans les années 1960. Cela peut s'expliquer par l'identité stratégique de la France, en tant que puissance moyenne disposant d'une profondeur stratégique limitée et de forces nucléaires de dimensions incomparables à celles des États-Unis et de la Russie³⁵. Ainsi, la

concentration de la décision nucléaire dans les mains d'une seule autorité politique est censée assurer une capacité de riposte rapide en cas d'attaque contre les intérêts vitaux ou le territoire national.

En termes conceptuels, le système de commandement et contrôle nucléaire de la France correspondrait au modèle de contrôle dit « affirmé ». Bien que certains auteurs considèrent parfois le cas français comme étant un exemple de contrôle délégué³⁶, des analyses

françaises démontrent, au contraire, une forte centralisation de l'autorité autour du président de la République et la réalité du contrôle des autorités politiques tout au long de la chaîne d'engagement

Figure 1 - Les chaînes de commandement et contrôle des forces de dissuasion françaises



ATLAS MONDIAL DU NUCLÉAIRE de BRUNO TERTRAIS
 Carte réalisée par alexandre NICOLAS (www.le-cartographe.net)
 Éditions Autrement (2012)

³² Bruno Tertrais, « France », p. 112, dans Hans Born, Bates Gill et Hanggi Heiner (eds.), *Governing the Bomb: Civilian Control and Democratic Accountability of Nuclear Weapons*, New York, SIPRI et Oxford University Press, 2010.

³³ Directement lié au président de la République, l'État-major particulier est constitué du CEMP et de quatre autres généraux, en plus de leur équipe. Le CDSN inclut, à titre régulier, le président de la République, le Premier ministre et les ministres de la Défense, des Affaires étrangères, de l'Intérieur, de l'Économie et du Budget. Source : Bruno Tertrais, « France », *op. cit.*, p. 109.

³⁴ Décret n°96-520 du 12 juin 1996 portant détermination des responsabilités concernant les forces nucléaires, art. 5.

³⁵ Pour une analyse de la condition stratégique de la France en tant que puissance moyenne, voir : Lucien Poirier, « Dissuasion et puissance moyenne », *Revue défense nationale*, n° 309, mars 1972, p. 356-381.

³⁶ Giles D. Arceneaux et Peter D. Feaver, « The Fulcrum of Fragility: Command and Control in Regional Nuclear Powers », dans Vipin Narang et Scott D. Sagan (dir), *The Fragile Balance of Terror: Deterrence in the New Nuclear Age*, Ithaca, Cornell University Press, 2022, p. 193-195.

des forces³⁷. Cette centralisation s'explique par la compréhension française de la dissuasion, profondément politique et stratégique, selon laquelle l'arme nucléaire est une arme de non-emploi. L'autorité politique sur le commandement et le contrôle nucléaire est ainsi essentielle, car elle permet en particulier la maîtrise des manœuvres de signalement nucléaire. Elle renforce, par ailleurs, la nature strictement défensive de la dissuasion française, selon laquelle l'arme nucléaire vise, avant tout, à empêcher la guerre, ce qui implique que son recours ne serait envisagé qu'en des circonstances extrêmes de légitime défense³⁸. En ce sens, le rôle stratégique de l'« ultime avertissement » dans la doctrine nucléaire française renforce encore la nécessité d'un contrôle affirmé de l'autorité politique.

Sous l'autorité du Premier ministre, une chaîne parallèle à celle de l'engagement des forces nucléaires assure le contrôle politique durant tout le processus³⁹. Pour cela, une liaison « de sécurité » est mise en place : le « contrôle de l'engagement », sous la responsabilité du ministre des Armées, assure que l'ordre puisse être donné à tout moment et seulement par une autorité légitime ; le « contrôle de la conformité de l'emploi », sous la responsabilité du CEMA, assure quant à lui que l'ordre présidentiel sera exécuté comme prévu par les plans d'emploi⁴⁰. En effet, pour chaque étape dans la chaîne d'engagement des forces, des Codes d'authentification et d'engagement sont requis afin de confirmer l'authenticité de l'ordre nucléaire, de la décision présidentielle à la mise en œuvre des missiles selon les consignes des plans d'emploi nucléaire⁴¹.

Sur le plan opérationnel, la dissuasion française repose sur une architecture NC3 renforcée et redondante qui assure la réactivité des forces nucléaires. Exclusivement dédié aux missions de dissuasion, le système RETIAIRE⁴² est le responsable de la transmission de l'ordre présidentiel aux forces stratégiques. Il est soutenu par le réseau RAMSES⁴³, responsable des transmissions globales des opérations aussi bien nucléaires que conventionnelles. En cas d'impossibilité, l'ordre pourrait être transmis par un système de secours appelé SYDEREC⁴⁴. Ce dernier s'appuie sur des systèmes de communication indépendants – des antennes et des ballons captifs dispersés sur le territoire française – afin d'assurer la redondance des transmissions en situation de crise ou de guerre.

Pour les Forces aériennes stratégiques, les ordres sont transmis depuis les bases aériennes à vocation nucléaire de Taverny et de Lyon-Mont-Verdun. Pour les forces de la Marine nationale, les ordres sont transmis aux sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) à partir des Centres de transmissions de la Marine (CTM) à Rosnay, Sainte-Assise et La Régine, lesquels sont appuyés par la station secondaire de Kerlouan. Compte tenu de l'évolution du paysage stratégique, les installations et systèmes de transmissions ont bénéficié, ces dernières années, de programmes de modernisation et de pérennisation : le programme Transoum pour les transmissions sous-marines, et le programme Transaero, pour les transmissions aériennes⁴⁵. Ces investissements ont notamment

³⁷ Pour une compréhension assertive voir : Bruno Tertrais, « France », *op. cit.*

³⁸ Commission de la défense nationale et des forces armées, « Audition, à huis clos, du général d'armée Thierry Burkhard, chef d'état-major des armées, sur la dissuasion nucléaire », *Compte rendu de réunion* n° 31, 11 janvier 2023, https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/comptes-rendus/cion_def/116cion_def2223031_compte-rendu

³⁹ Jeffrey G. Lewis et Bruno Tertrais, « The Finger on the Button: The Authority to Use Nuclear Weapons in Nuclear-Armed States », *Occasional Paper*, n° 45, Monterey, C.A., James Martin Center for Nonproliferation Studies, février 2019, p. 16-18.

⁴⁰ Bruno Tertrais, « French Nuclear Deterrence Policy, Forces, and Future: A Handbook », *Recherches & Documents*, n° 4, 2020, p. 63.

⁴¹ Pour une description des transmissions des codes de sécurité voir chapitre 7, « Sécurité, engagement et codes sécurités des feux nucléaires français » dans Marc Theleri, *Initiation à la force de frappe française, 1945-2010*, Paris, Stock, 1997.

⁴² Réseau interarmées de transmission d'infrastructure.

⁴³ Réseau amont maillé stratégique de survie.

⁴⁴ Système de dernier recours.

⁴⁵ Les travaux des transmissions sous-marines (Transoum) se sont achevés en 2020, alors que la fin des travaux touchant les transmissions aériennes (Transaero) est prévue pour 2025. À propos des

visé à renforcer la résilience des transmissions aux menaces émergentes, comme les armes cyber⁴⁶.

Selon les objectifs prévus par la loi de programmation militaire de 2009-2014, les transmissions nucléaires doivent être « *permanentes, sûres et résistantes [...] pour apporter la souplesse nécessaire à la stratégie de dissuasion*⁴⁷ ». Les efforts de modernisation assurent, entre autres, que les moyens de transmission nucléaire soient « *abrités dans des infrastructures robustes, durcies y compris aux agressions électromagnétiques*⁴⁸ ». Depuis sa mise en service en 1988, le réseau RAMSES est actuellement dans sa quatrième version (RAMSES IV) et demeure la pièce maîtresse des systèmes de commandement, contrôle et communications de la dissuasion nucléaire française. Son successeur, le réseau ANUBIS, est en phase de préparation depuis 2022 et assurera la pérennité des transmissions nucléaires françaises dans les prochaines années⁴⁹.

En définitive, la centralisation de l'autorité autour de la figure du président garantit la *permanence de commandement* des forces de dissuasion. Elle rend plus crédible la volonté politique du chef de l'État à recourir à l'arme nucléaire si l'adversaire décide de s'en prendre aux intérêts vitaux français. La chaîne de commandement directe et relativement courte des forces nucléaires françaises assure, par

transmissions sous-marines, voir : Marine nationale, « Fin des travaux de rénovation des centres de transmissions de la Marine », *Site archives du ministère des Armées*, 28 janvier 2021. <https://archives.defense.gouv.fr/marine/actu-marine/fin-des-travaux-de-renovation-des-centres-de-transmissions-de-la-marine.html>.

⁴⁶ Loi n°2009-928 du 29 juillet 2009 relative à la programmation militaire pour les années 2009 à 2014 et portant diverses dispositions concernant la défense, *JORF*, n°175, 31 juillet 2009, p. 12 713, texte n°1 ; Loi n° 2013-1168 du 18 décembre 2013 relative à la programmation militaire pour les années 2014 à 2019 et portant diverses dispositions concernant la défense et la sécurité nationale, *JORF*, n° 294, 19 décembre 2013.

⁴⁷ Loi n° 2009-928 du 29 juillet 2009 relative à la programmation militaire pour les années 2009 à 2014 et portant diverses dispositions concernant la défense, *JORF*, n°175, 31 juillet 2009.

⁴⁸ Xavier Pintat et Jeanny Lorgeoux (dir.), *La nécessaire modernisation de la dissuasion nucléaire*, rapport

ailleurs, la capacité de *réactivité* de réponse en cas d'attaque adverse. Étant donné la doctrine française de dissuasion existentielle « du faible au fort », fondée sur la menace de représailles nucléaires, la capacité de réactivité des forces semble nécessaire pour la crédibilité de la stratégie de dissuasion dans son ensemble. Enfin, l'existence du système de secours SYDEREC – un système indépendant à part entière et disposant d'installations opérationnelles propres – renforce la *redondance* des transmissions de commandement et contrôle. Cet aspect s'avère d'autant plus important lors d'une crise ou d'une guerre.

Le maintien de la crédibilité de la dissuasion française face aux risques émergents

La perception de la vulnérabilité des systèmes NC3 accompagne aujourd'hui une prise de conscience montante des risques d'une escalade nucléaire non souhaitée dans un contexte stratégique de compétition internationale, d'évolution des arsenaux nucléaires et d'émergence de menaces technologiques⁵⁰.

Bien que les recherches actuelles partagent un intérêt pour les systèmes NC3 américains, russes et chinois, les réflexions auxquelles elles donnent

d'information fait au nom de la Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, Paris, Sénat, 23 mai 2017, p. 37.

⁴⁹ Commission de la défense nationale et des forces armées, « Audition, à huis clos, de M. Emmanuel Chiva, délégué général pour l'armement sur la dissuasion nucléaire », *Compte rendu de réunion* n° 40, 1^{er} février 2023, https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/comptes-rendus/cion_def/16cion_def2223040_compte-rendu.

⁵⁰ James M. Acton, « Escalation through Entanglement: How the Vulnerability of Command-and-Control Systems Raises the Risks of an Inadvertent Nuclear War », *op. cit.* ; Yasmin Afina, Calum Inverarity et Beyza Unal, « Ensuring Cyber Resilience in NATO's Command, Control and Communication Systems », *op. cit.* ; Corentin Brustlein, « La réduction des risques stratégiques entre puissances nucléaires », *op. cit.*, p. 37 ; Rebecca K.C. Hersman, Eric Brewer et Suzanne Claeys, « Deep Dive Debrief: NC3: Challenges Facing the Future System », *Nuclear Network*, Center for Strategic and International Studies, 9 juillet, 2020.

lieu pourraient stimuler la prise en compte renouvelée de ces enjeux dans le cas français.

L'imbrication des systèmes nucléaires et conventionnels

Au cours des dernières années, il est possible d'identifier une tendance croissante à l'imbrication des systèmes conventionnels et nucléaires chez certaines puissances atomiques. Cette imbrication est une conséquence des progrès fulgurants en matière de précision et d'efficacité des capacités militaires, notamment non nucléaires⁵¹. De plus, certains pays déploient conjointement leurs forces nucléaires et conventionnelles, dont certaines sont à capacité duale. L'Armée populaire de libération chinoise déploie, par exemple, des brigades conventionnelles et à capacité duale de manière intégrée⁵². Les Forces aériennes stratégiques françaises (FAS), pour leur part, déploient des avions Rafales dans leurs versions B et M, lesquels peuvent emporter des charges aussi bien conventionnelles que nucléaires. Selon certains observateurs, l'ambiguïté qui découle de cette imbrication pourrait générer des risques d'escalade, par exemple et comme on l'a mentionné précédemment, si l'adversaire frappe un système nucléaire en le prenant pour un système conventionnel. Cependant, concernant le cas français, cette ambiguïté est atténuée par le fait que les Rafales M, sous commandement de la Force aérienne nucléaire (FANu), sont uniquement déployés sur le porte-avion *Charles de Gaulle* en temps de crise ou de conflit⁵³. Quoi qu'il en soit, la dualité étendue de ces systèmes peut objectivement augmenter la pression qui pèse sur les systèmes NC3 dans le cadre de leurs missions d'intelligence, de surveillance et d'alerte avancée.

Par ailleurs, les systèmes C3 font également l'objet d'une imbrication entre nucléaire et conventionnel dans le cadre des opérations militaires. Depuis les années 1980, les États-Unis et la Russie ont adapté leurs systèmes de communications et d'alerte avancée des forces nucléaires et en viennent à faire reposer de manière de plus en plus importante leurs opérations sur des systèmes à capacité duale⁵⁴. En revanche, du côté des systèmes NC3 des forces nucléaires françaises, on constate une volonté affichée des autorités politiques et militaires de préserver une séparation importante entre les transmissions conventionnelles et nucléaires. Cette volonté s'explique par la compréhension des systèmes nucléaires propre à la France, qui refuse pour le moment toute solution de continuité entre les domaines conventionnel et nucléaire, la dissuasion « existentielle » étant réservée à ce dernier. Par conséquent, une séparation opérationnelle demeure entre les transmissions nucléaires et conventionnelles, comme le montre le système RETIAIRE, dédié exclusivement aux transmissions des forces de dissuasion.

Néanmoins, et comme nous l'avons mentionné, le système RETIAIRE s'appuie aussi sur des systèmes et des infrastructures du réseau maillé durci RAMSES, lequel est également responsable des transmissions des opérations conventionnelles. Cette imbrication pourrait, de ce fait, constituer une source de risques d'escalade si l'adversaire décide d'attaquer les systèmes NC3 dans un conflit conventionnel. Puisque l'on ignore les réelles intentions de l'adversaire, une telle attaque peut induire l'idée qu'elle précéderait une opération contre les forces de dissuasion. Bien que l'existence du réseau de secours SYDEREC atténue ces risques et les pressions sur les systèmes NC3, cet enjeu peut acquérir une nouvelle sensibilité à l'avenir, en raison des progrès technologiques

⁵¹ James M. Acton, « Escalation through Entanglement: How the Vulnerability of Command-and-Control Systems Raises the Risks of an Inadvertent Nuclear War », *op. cit.*, p. 61-66 ; James M. Acton, *Silver Bullet? Asking the Right Questions About Conventional Prompt Global Strike*, Washington, DC, Carnegie Endowment for International Peace, 2013.

⁵² Doreen Horschig et Nicholas Adamopoulos, « Conventional-Nuclear Integration to Strengthen Deterrence », *Center for Strategic and International*

Studies, 4 octobre 2024, <https://www.csis.org/analysis/conventional-nuclear-integration-strengthen-deterrence>.

⁵³ Hans M. Kristensen, Matt Korda et Eliana Johns, « French nuclear weapons, 2023 », *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 79, n° 4, 2023, p. 276.

⁵⁴ James M. Acton, « Escalation through Entanglement: How the Vulnerability of Command-and-Control Systems Raises the Risks of an Inadvertent Nuclear War », *op. cit.*, p. 63-65 et suivantes.

concernant certaines capacités stratégiques de frappe à distance non nucléaires.

Les armes antisatellites

Les missions de commandement, contrôle et communications nucléaires reposent sur une architecture de systèmes de transmissions situés au sol, mais également dans l'espace. Si, durant la Guerre froide, l'accès et l'utilisation du spatial étaient réservés à un nombre limité de grandes puissances, l'irruption récente d'acteurs étatiques régionaux, ainsi que la montée en puissance des acteurs privés, introduit de nouvelles menaces pour les systèmes NC3⁵⁵. La centralité nouvelle du milieu spatial dans la conduite des opérations – en termes de commandement, de contrôle et de renseignement en particulier – fait que les systèmes spatiaux doivent faire preuve de résilience et de robustesse pour parer éventuellement à la menace des armes antisatellites (ASAT). Au cours des dernières années, nombre d'États (États-Unis, Russie, Chine et Inde) ont entrepris des tests réussis d'armes ASAT contre leurs propres satellites dans l'espace⁵⁶.

Les armes antisatellites peuvent être divisées en trois catégories principales : les armes ASAT destructives à ascension directe (DA-ASAT), les armes ASAT co-orbitales et les armes à interférence électromagnétique⁵⁷. La première catégorie comprend les missiles lancés depuis le sol contre des satellites en orbite basse ou moyenne. Les armes ASAT co-orbitales, quant à elles, sont des capacités positionnées dans l'espace et peuvent s'approcher des satellites adverses afin de les endommager ou d'interrompre leurs communications. Enfin, les armes à interférence électronique, à la différence des précédentes, provoquent des effets non-cinétiques à travers des

ondes électromagnétiques afin de brouiller, de manière permanente ou temporaire, le fonctionnement des satellites. Leurs attaques peuvent prendre la trois formes : *jamming*, ou brouillage simple, à travers l'émission de bruits pour perturber les transmissions ; *spoofing*, ou déception, à travers l'émission d'un faux signal pour confondre le récepteur ; et *meaconing* (transplexion, ou déception par intrusion), par l'interception et la retransmission des transmissions⁵⁸.

Comme nous l'avons vu, la dissuasion nucléaire dépend d'une architecture de C3 opérationnellement crédible. Pour cela, des systèmes spatiaux, comme les satellites, et les antennes au sol, assurent les fonctions de transmission, de renseignement et d'alerte avancée en cas d'attaque nucléaire adverse. Du point de vue de la réduction des risques nucléaires, une attaque contre les systèmes NC3 dans l'espace pourrait donc provoquer des risques d'escalade nucléaire en raison de leur sensibilité dans le cadre de la dissuasion⁵⁹. Elle est d'autant plus importante si l'attaque a pour cible les satellites en orbite géostationnaire à 36 000 km d'altitude, responsables des transmissions stratégiques et relativement protégés des missiles ASAT lancés depuis le sol⁶⁰. Cependant, l'évolution des capacités à interférence électromagnétique tend à affaiblir la protection dont ils jouissaient jusqu'ici.

Consciente de l'évolution des conditions stratégiques dans le milieu spatial, la France semble s'appuyer principalement sur des moyens opérationnels au sol pour les transmissions des ordres aux forces de dissuasion nucléaire. Ces dernières bénéficient néanmoins du soutien de satellites dans le cadre des missions de renseignement et d'observation des forces adverses et d'alerte précoce. C'est le cas, par exemple, des satellites CERES, CSO et SYRACUSE

⁵⁵ Pierre Merchand, « L'exploitation du milieu extra-atmosphérique lointain : quels enjeux géopolitiques ? Le cas des missions spatiales lunaires », *Stratégique*, n° 126-127, 2021/2-3.

⁵⁶ Nivedita Raju, « A proposal for a ban on destructive DA-ASAT testing: A role for the EU? », *Non-Proliferation and Disarmament Papers*, n° 74, EU Non-Proliferation and Disarmament Consortium, avril 2021, notamment p. 3-5.

⁵⁷ Nivedita Raju et Tytti Erästö, « The role of space systems in nuclear deterrence », *SIPRI Background Paper*, septembre 2023, p. 12-17.

⁵⁸ *Ibid*, p. 15.

⁵⁹ Nivedita Raju et Wilfred Wan, « Escalation risks at the space-nuclear nexus », *SIPRI Research Policy Paper*, février 2024.

⁶⁰ Nivedita Raju et Tytti Erästö, « The role of space systems in nuclear deterrence », *op. cit.*, p. 20.

IV, ce dernier étant responsable des transmissions des opérations conventionnelles et nucléaires. Concernant les systèmes d'alerte avancée, la France avait mené entre 2009 et 2011 un programme expérimental, appelé SPIRALE⁶¹, afin de démontrer son savoir-faire dans ce domaine et dans le but de renforcer la crédibilité des moyens de renseignement nécessaires à la prise de décision⁶².

Afin de réduire les risques d'escalade nucléaire à partir de perceptions erronées ou d'accidents, la posture nucléaire française ne repose pas sur des procédures de lancement sur alerte (*launch on warning*) ni de lancement en situation d'attaque (*launch under attack*). Cette position a été réaffirmée à travers des déclarations présidentielles et diplomatiques car, étant donné la nature défensive de la dissuasion française, celle-ci peut se présenter (du moins en théorie) comme étant moins dépendante des systèmes d'alerte et de surveillance, contrairement aux postures antiferoces des États-Unis et de la Russie, voire de la Chine⁶³. Ce même raisonnement explique, par ailleurs, la position de réserve de la France au regard du recours à l'arme atomique en cas d'une attaque contre ses systèmes NC3 dans l'espace, une manœuvre évoquée entre autres par les États-Unis et la Russie⁶⁴.

⁶¹ Système Préparatoire Infra-Rouge pour l'Alerte.

⁶² Ministère des Armées, « Les premières images du démonstrateur d'alerte spatiale Spirale visibles au salon du Bourget », *Sites archives du ministère des Armées*, 28 juin 2010, <https://archives.defense.gouv.fr/dga/actualite-dga/2009/les-premieres-images-du-demonstrateur-d-alerte-spatiale-spirale-visibles-au-salon-du-bourget.html>.

⁶³ République française, « Rapport présenté par la France dans le cadre des mesures n o 5, 20 et 21 du Document final de la Conférence des Parties chargée d'examiner le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires en 2010 », Conférence des Parties chargée d'examiner le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires en 2015, NPT/CONF.2015/10, 12 mars 2015, p. 5. <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/065/12/pdf/n1506512.pdf?token=aLmcw6PAjLIWjDVi40&fe=true>

⁶⁴ James M. Acton, « Why Is Nuclear Entanglement So Dangerous? », *Carnegie Q&A*, 23 janvier 2019, <https://carnegieendowment.org/2019/01/23/why-is-nuclear-entanglement-so-dangerouspub-78136>.

Compte tenu de l'état actuel des capacités antisatellites, les armes ASAT co-orbitales et celles à interférence électromagnétique constituent les menaces les plus réalistes à court et moyen termes vis-à-vis des systèmes NC3 français. Malgré les répercussions stratégiques des tirs ASAT russes en novembre 2021, leur portée ne permet pas, pour l'instant, de mettre en danger les principaux satellites de NC3, positionnés en orbite géostationnaire⁶⁵. Par conséquent, dans le cadre des deux dernières lois de programmation militaire, les autorités françaises ont entamé des programmes de modernisation des capacités spatiales afin de les rendre plus résilientes aux menaces cyber et électromagnétiques. En parallèle, et sur le plan diplomatique, la France plaide pour la régulation des systèmes ASAT et la réduction des risques liés à ces capacités⁶⁶.

Enfin, dans l'hypothèse de perte d'un satellite, la France dispose d'autres moyens de communication capables d'assurer les transmissions des ordres nucléaires. C'est notamment le cas des antennes dispersées sur le territoire national, dans des bases aériennes à vocation nucléaire et des centres de transmissions de la Marine, responsables de la transmission des ondes radio de basse et de très basse fréquence aux SNLE en patrouille⁶⁷.

⁶⁵ Nivedita Raju et Tytti Erästö, « The role of space systems in nuclear deterrence », *op. cit.*, p. 18-19.

⁶⁶ Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, « Spatial – Engagement de la France à ne pas conduire d'essais de missiles antisatellites destructifs à ascension directe », *France Diplomatie*, 29 novembre 2022, [https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/securite-desarmement-et-non-proliferation/actualites-et-evenements-lies-a-la-securite-au-desarmement-et-a-la-non/2022/article/spatial-engagement-de-la-france-a-ne-pas-conduire-d-essais-de-missiles#:~:text=La%20premi%C3%A8re%20Commission%20de%20la%20Directe%20\(DA%20DASAT\)](https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/securite-desarmement-et-non-proliferation/actualites-et-evenements-lies-a-la-securite-au-desarmement-et-a-la-non/2022/article/spatial-engagement-de-la-france-a-ne-pas-conduire-d-essais-de-missiles#:~:text=La%20premi%C3%A8re%20Commission%20de%20la%20Directe%20(DA%20DASAT)).

⁶⁷ Marine nationale, « Les centres de transmissions Marine - Acteurs clés de la dissuasion nucléaire », *Ministère des Armées*, 20 février 2024, <https://www.defense.gouv.fr/marine/actualites/centres-transmissions-marine-acteurs-cles-dissuasion-nucleaire>.

Les armes cyber

Souvent analysées de manière complémentaire aux systèmes spatiaux, les armes cyber sont considérées comme des menaces émergentes pour la résilience des systèmes NC3⁶⁸. L'enjeu stratégique se présente lorsque les opérations cyber ont pour cible les infrastructures du fonctionnement de l'État, à l'instar de l'attaque cyber russe contre l'Estonie en 2007⁶⁹. La sensibilité du sujet s'explique par la présence de plus en plus importante des systèmes numériques dans le cadre des opérations militaires, aussi bien conventionnelles que nucléaires⁷⁰. Cette présence est particulièrement marquée dans les dispositifs qui soutiennent les systèmes NC3 : les systèmes d'alerte avancée et de renseignement, de surveillance et de reconnaissance, ainsi que les systèmes de transmissions nucléaires⁷¹. À titre d'exemple, la désactivation ou le brouillage des systèmes d'alerte avancée et de surveillance pourrait renforcer les pressions sur le chef de l'État durant l'engagement des forces, y compris nucléaires. Compte tenu des risques d'une escalade asymétrique à partir des opérations cyber, le contrôle de l'escalade du conflit semble de plus en plus difficile dans ce nouveau contexte.

Dans le cadre des postures de dissuasion, les systèmes NC3 ont été considérés comme des points de vulnérabilité potentiels face aux menaces

cyber. De manière générale, les opérations cyber peuvent induire deux formes de risques : causer l'emploi accidentel de l'arme nucléaire ou empêcher les transmissions entre les autorités et les forces déployées. Dans ce dernier cas, l'attaque pourrait occasionner le retard voire l'interruption des transmissions nucléaires. Lors d'une crise ou d'un conflit, une telle attaque contre les systèmes NC3 pourrait exacerber les risques d'escalade nucléaire en raison de l'« effet surprise » des opérations cyber⁷². En raison de leur nature secrète, il est pourtant quasiment impossible d'identifier l'auteur des attaques cyber, au moins de manière rapide et avec un degré suffisant de confiance pour légitimer une réponse militaire⁷³. Malgré cette difficulté d'attribution, une attaque cyber soudaine contre les systèmes NC3 pourrait, dans certaines circonstances, compresser le temps de prise de décision des autorités et les induire à agir de manière hâtive⁷⁴. Selon certaines analyses, les caractéristiques des opérations cyber pourraient favoriser l'escalade nucléaire « par inadvertance » dans une situation de crise⁷⁵. D'autres analystes, en revanche, nuancent ces arguments en avançant l'idée que l'absence d'identification, justement, induit à la prudence et à la retenue des autorités⁷⁶.

Outre les situations d'escalade par inadvertance, les opérations cyber pourraient aussi conduire à l'emploi des armes atomiques de manière

⁶⁸ Beyza Unal et Patricia Lewis, « Cybersecurity of Nuclear Weapons Systems: Threats, Vulnerabilities and Consequences », *Research Paper*, Chatham House, janvier 2018, p. 10-12. En ce sens, voir : Martin C. Libicki, *Crisis and Escalation in Cyberspace*, Santa Monica, CA, RAND Corporation, 2012.

⁶⁹ Stephen Herzog, « Revisiting the Estonian Cyber Attacks: Digital Threats and Multinational Responses », *Journal of Strategic Security*, vol. 4, n° 2, 2011.

⁷⁰ Wilfred Wan, Andraz Kastelic et Eleanor Krabill, *The Cyber–Nuclear Nexus: Interactions and Risks. Nuclear Risk Reduction*, Friction Points Series, n° 2, Geneva, UNIDIR, 2021, p. 3 ; Peter Hayes, « Nuclear command-and-control in the Millennials era », *NAPSNet Special Reports*, 17 février 2015, <https://nautilus.org/napsnet/napsnet-special-reports/nuclear-command-and-control-in-the-millennials-era/?view=pdf>

⁷¹ Wilfred Wan, Andraz Kastelic et Eleanor Krabill, *The Cyber–Nuclear Nexus: Interactions and Risks. Nuclear Risk Reduction*, *op. cit.*, p. 5.

⁷² Wilfred Wan, Andraz Kastelic et Eleanor Krabill, *The Cyber–Nuclear Nexus: Interactions and Risks. Nuclear Risk Reduction*, *op. cit.*, p. 21.

⁷³ Assemblée générale des Nations Unies, « Report of the Group of Governmental Experts on Advancing Responsible State Behaviour in Cyberspace in the Context of International Security », UN document A/76/135, 14 juillet 2021, para. 22, https://front.un-arm.org/wp-content/uploads/2021/08/A_76_135-2104030E-1.pdf.

⁷⁴ Wilfred Wan, Andraz Kastelic et Eleanor Krabill, *The Cyber–Nuclear Nexus: Interactions and Risks. Nuclear Risk Reduction*, *op. cit.*, p. 20.

⁷⁵ *Ibid.*, p. 11.

⁷⁶ En ce sens, voir : Sarah Kreps and Jacquelyn Schneider, « Escalation Firebreaks in the Cyber, Conventional, and Nuclear Domains: Moving beyond Effects-Based Logics », *Journal of Cybersecurity*, vol. 5, n° 1, 2019.

délibérée, suivant les conditions prévues par les documents de doctrine. C'est le cas lorsqu'un État considère que l'attaque porte atteinte à ses intérêts vitaux et aux « infrastructures critiques » qui assurent le fonctionnement du pays. Puisque ces concepts sont laissés intentionnellement indéfinis, cela peut induire des erreurs de calcul chez l'adversaire concernant la valeur stratégique accordée à certaines infrastructures critiques non nucléaires, comme les centrales nucléaires, les réseaux de trains, les grands ports maritimes, etc.

Selon la doctrine nucléaire française, les forces de dissuasion servent à empêcher toute attaque contre les intérêts vitaux du pays, « *d'où [...] elle vient et quelle qu'en soit la forme* »⁷⁷. Par conséquent, certains analystes soulèvent des interrogations sur la possibilité de recours à l'arme nucléaire par le président français, en cas d'une attaque contre des infrastructures critiques, notamment liées aux systèmes NC3⁷⁸. Il s'agit ici d'une supposition délicate. Tout d'abord, les documents de la doctrine nucléaire française semblent considérer les armes cyber comme des menaces aux intérêts de « sécurité nationale » et non aux « intérêts vitaux », ce qui ne justifierait donc pas, en théorie, le recours à l'arme atomique⁷⁹. En outre, la définition des intérêts vitaux dépend de l'appréciation subjective du chef de l'État qui évaluera l'attaque à partir de ses effets et surtout du contexte stratégique dans lequel elle s'inscrit⁸⁰. Cependant, la *Revue stratégique* de 2017, et sa version de 2022, reconnaissent tout de

même les risques d'escalade nucléaire qui pourraient découler d'une attaque cyber⁸¹.

Depuis quelques années, les autorités politiques et militaires françaises ont pris en compte les menaces cyber, notamment celles qui sont liées aux systèmes NC3. Cette prise de conscience a été exprimée dans les discours présidentiels, documents et rapports stratégiques, ainsi que dans les dernières lois de programmation militaire⁸². Ces investissements répondent à un besoin de fiabilité et de confiance dans les informations récoltées par les moyens d'alerte avancée, de renseignement et de transmissions nucléaires. Car, plus que les risques stratégiques liés aux aspects techniques de l'architecture NC3, les aspects humains de la prise de décision et des perceptions s'avèrent être susceptibles d'être influencés par des opérations cyber⁸³.

Les stratégies de désinformation et le champ des perceptions

Compte tenu du rôle accru des communications numériques dans les sociétés modernes, les stratégies de désinformation peuvent constituer une nouvelle menace envers les systèmes NC3 des puissances nucléaires. La grande vitesse des informations et la propagation de *fake news* sur les réseaux sociaux peuvent renforcer des dynamiques d'escalade⁸⁴. Exploitées par des puissances perturbatrices, les perceptions peuvent être source

⁷⁷ Emmanuel Macron, « Discours du Président Emmanuel Macron sur la stratégie de défense et de dissuasion devant les stagiaires de la 27ème promotion de l'École de guerre », *Élysée*, 7 février 2020.

⁷⁸ Wilfred Wan, Andraz Kastelic et Eleanor Krabill, *The Cyber-Nuclear Nexus: Interactions and Risks. Nuclear Risk Reduction*, *op. cit.*, p. 15-17.

⁷⁹ Emmanuel Macron, « Discours du Président Emmanuel Macron sur la stratégie de défense et de dissuasion devant les stagiaires de la 27ème promotion de l'École de guerre », *op. cit.*

⁸⁰ Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, *Revue nationale stratégique 2022*, 9 novembre 2022, p. 19 ; Wilfred Wan, Andraz Kastelic et Eleanor Krabill, *The Cyber-Nuclear Nexus: Interactions and Risks. Nuclear Risk Reduction*, *op. cit.*, p. 15-17.

⁸¹ Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, *Revue nationale stratégique 2022*, *op. cit.*, p. 12.

⁸² Xavier Pintat et Jeanny Lorgeoux (dir.), *La nécessaire modernisation de la dissuasion nucléaire*, *op. cit.*, p. 151.

⁸³ Andrew Futter, « Managing the Cyber-Nuclear Nexus », *European Leadership Network Policy Brief*, 2019, <https://www.europeanleadershipnet-work.org/wp-content/uploads/2019/07/26072019-Managing-the-Cyber-Nuclear-Nexus.pdf>, p. 38.

⁸⁴ Vipin Narang et Heather Williams, « Thermonuclear Twitter? » dans Vipin Narang et Scott D. Sagan (eds.), *The Fragile Balance of Terror: Deterrence in the New Nuclear Age*, Ithaca, Cornell University Press, 2022 ; Heather Williams et Alexi Drew, *Escalation by Tweet: Managing the new nuclear diplomacy*, Centre for Science and Security Studies, Department of War Studies, King's College London, juillet 2020.

de pressions sur les autorités politiques et de remise en question de leur légitimité.

Des analyses récentes soulignent, de ce fait, la menace croissante des stratégies de désinformation concernant la crédibilité de la dissuasion nucléaire, principalement à l'égard des missions de commandement et de contrôle⁸⁵. À travers la diffusion d'informations erronées et la manipulation des perceptions au sein de la société civile, ces stratégies visent aussi à remettre en question la légitimité décisionnelle du chef de l'État. Au cours des dernières années, certains pays européens ont été cibles d'actions de désinformation, notamment de la part de la Russie⁸⁶. Si la dissuasion dépend, d'une part, de la crédibilité opérationnelle des forces nucléaires déployées, elle repose d'autre part sur l'aptitude du chef de l'État à prendre la décision de recourir aux armes nucléaires en cas d'attaque. En ce sens, certaines analyses alertent sur les effets de campagnes de déstabilisation au sein de la société civile concernant la légitimité du chef de l'État dans ses missions de commandement et contrôle, ce qui ne peut avoir qu'un impact négatif en ce qui concerne la confiance dans les mécanismes de prise de décision⁸⁷. Selon une étude du *Center for Strategic and International Studies* (CSIS) à l'issue des discussions entre experts américains, ces campagnes de désinformation « (...) pourraient être menées afin de perturber les décideurs, ce qui ralentirait leur aptitude à réagir en situation de crise et donnerait un avantage à leurs adversaires »⁸⁸. Étant donné les conditions temporelles dans lesquelles la prise de décision a lieu, (environ une

dizaine de minutes), ces perturbations peuvent être décisives. D'un autre point de vue, plus contre-intuitif, ces attaques peuvent également renforcer l'union nationale autour du président, accroissant ainsi sa légitimité. Le cas de la guerre en Ukraine, comme d'autres guerres dans le passé, démontre l'influence du contexte sur les aspects politiques de la dissuasion.

Dans ce sens, la désinformation pourrait être contrée par le renforcement d'une « culture nucléaire » au sein de la société civile. À la différence de certains pays européens, où des mouvements anti-nucléaires sont plus influents dans le débat politique, l'opinion publique en France semble tendanciellement favorable à la dissuasion et aux armes nucléaires. Selon un sondage réalisé en 2017 concernant les sujets de défense, 69% des personnes interrogées estiment que la France doit disposer d'une force de dissuasion nucléaire pour assurer sa défense⁸⁹. Ce chiffre contraste, néanmoins, avec un sondage Ifop de 2018, selon lequel 76% des personnes interrogées seraient favorables à ce que la France s'engage dans un processus d'élimination totale et contrôlée des armes atomiques⁹⁰. Cette contradiction n'est qu'apparente : la France est engagée formellement dans un tel processus au titre de l'article VI du Traité de non-prolifération nucléaire et elle a pris des mesures dans ce sens depuis les années 1990⁹¹. Néanmoins, ces différents sondages mettent en lumière des interrogations concernant le consensus nucléaire dans la société et la vulnérabilité de cette dernière à des campagnes de désinformation⁹². Ces dernières peuvent prendre la

⁸⁵ Rebecca Hersman *et al.*, « Under the Nuclear Shadow: Situational Awareness Technology and Crisis Decisionmaking », *op. cit.* ; Rebecca K.C. Hersman, Eric Brewer et Suzanne Claeys, « Deep Dive Debrief: NC3: Challenges Facing the Future System », *op. cit.*

⁸⁶ Leila Abboud, Henry Foy et Paula Erizanu, « Europe battles 'avalanche of disinformation' from Russia », *Financial Times*, 21 mars 2024, <https://www.ft.com/content/2ffe8b64-f9bc-46d4-bf40-eeffbc6fac77>.

⁸⁷ Rebecca Hersman, « Wormhole Escalation in the New Nuclear Age », *Texas National Security Review*, vol. 3, n° 3, automne 2020, p. 96-97.

⁸⁸ Rebecca K.C. Hersman, Eric Brewer et Suzanne Claeys, « Deep Dive Debrief: NC3: Challenges Facing the Future System », *op. cit.*, p. 4.

⁸⁹ Valérie Lecasble (dir.), « La Défense dans l'opinion des Français 2017 », *DICOD*, septembre 2017.

⁹⁰ Ifop, « Les Français, les dépenses militaires et l'élimination des armes atomiques », *Ifop*, juin 2018.

⁹¹

⁹² Certains analystes français soulignent néanmoins que la contractation existante dans les résultats peut être une conséquence du commanditaire des sondages et de la question posée aux personnes interrogées. Voir : Yannick Pincé, « La construction politique du consensus nucléaire français », *Note de recherche de l'IESD*, coll. « Pensée stratégique », n° 5, novembre 2020 ; et Yannick Pincé, « Quel « consensus » nucléaire français ? », *Fondation Jean Jaurès*, 20 octobre 2022, <https://www.jean-jaures.org/publication/quel-consensus-nucleaire-francais/>.

forme d'une diffusion de faux récits et de faits contradictoires concernant le gouvernement, afin de semer la confusion et donc la méfiance envers ce dernier. Les récentes actions de désinformation russe concernant l'envoi de soldats français en Ukraine démontrent, à ce titre, le potentiel de ce type de stratégies⁹³.

Outre les aspects liés à l'opinion publique, un enjeu d'ordre technique s'impose : la diversité exponentielle des sources souligne la problématique de la quantité et la qualité des informations. Comme le souligne une étude du CSIS, la grande quantité d'informations dont les gouvernements disposent de nos jours, grâce à l'avancée des technologies de communication, pourrait saturer la capacité de traitement et d'interprétation des services de renseignement qui soutiennent les systèmes de commandement et contrôle⁹⁴. Cela pourrait s'avérer plus sensible lors d'une situation de crise, durant laquelle le chef de l'État doit prendre la décision d'engagement nucléaire dans des délais compressés. De plus, les pressions qui découlent du processus de renseignement et de prise de décision pourraient augmenter les risques de perception erronée, compte tenu de la mise au point des images générées par l'intelligence artificielle, et provoquer ainsi une escalade non souhaitée.

Conclusion

Dans un contexte d'intensification de la compétition stratégique et de modernisation des arsenaux par les grandes puissances, il semble plus que jamais nécessaire de réfléchir aux enjeux liés aux systèmes NC3, ainsi qu'aux risques qu'en découlent. D'une part, l'interconnexion entre les opérations nucléaires et conventionnelles va vraisemblablement s'accélérer dans les prochaines

années et rendra plus complexe les missions de commandement et contrôle des opérations militaires. À cela s'ajoute la mise au point de nouvelles technologies non nucléaires dont les effets sur la crédibilité opérationnelle et politique des postures de dissuasion restent encore à mesurer. D'autre part, à la différence de la Guerre froide, les relations de dissuasion seront de plus en plus multidimensionnelles et les dynamiques d'escalade ne seront plus linéaires : l'image du « trou de ver » de Rebecca Hersman⁹⁵ tend à compléter l'« échelle » d'escalade classique de Herman Kahn⁹⁶. Même si la vision de dissuasion « pure » considérant la bombe nucléaire comme une arme de non-emploi garde toute sa pertinence dans le cadre des équilibres stratégiques entre grandes puissances, l'émergence de nouvelles menaces et l'interconnexion des différents domaines de conflictualité, ainsi que la mise au point de capacités non nucléaires stratégiques, appellent une considération plus fine des risques nucléaires, notamment ceux qui sont liés aux systèmes NC3. Cette attention ne peut être confinée à la seule dimension technologique : elle va de pair avec un débat académique plus important au sujet des systèmes NC3 et du processus de prise de décision, afin de réduire les risques stratégiques d'escalade nucléaire. L'approche française de la dissuasion nucléaire, qui prend davantage en compte les variables contextuelles et politiques dans les analyses stratégiques, pourrait contribuer à ce type de débat au niveau européen et transatlantique dans le contexte de la guerre en Ukraine, et lorsque cette dernière aura trouvé un aboutissement, quel qu'il soit. Cette vision et cette culture française, qui ne sacrifie pas le contrôle et la maîtrise des armements aux (des)équilibres stratégiques contraste avec une approche centrée exclusivement sur les variables techniques des capacités militaires, que l'on retrouve parfois dans certaines analyses anglo-saxonnes. Enfin,

⁹³ Le Figaro, « Paris dénonce la « désinformation » russe sur l'envoi de 2000 soldats français en Ukraine », *Le Figaro*, 19 mars 2024, <https://www.lefigaro.fr/international/paris-denonce-la-desinformation-russe-sur-l-envoi-de-2000-soldats-francais-en-ukraine-20240319>.

⁹⁴ Rebecca Hersman *et al.*, *Under the Nuclear Shadow: Situational Awareness Technology and Crisis Decisionmaking*, *op. cit.*, p. 38-43.

⁹⁵ Rebecca Hersman, « Wormhole Escalation in the New Nuclear Age », *Texas National Security Review*, vol. 3, n° 3, automne 2020.

⁹⁶ Olivier Zajec, « Modèles d'escalade et vertiges rationnels : la place problématique des armes atomiques « tactiques » dans les crises internationales à dimension nucléaire », Séminaire doctoral Les enjeux théoriques comparés des stratégies nucléaires, IESD, Université Jean Moulin Lyon 3, 17 mars 2022, <https://www.youtube.com/watch?v=trPBUrwUNIQ>.

accompagnée de la modernisation des systèmes NC3 prévue par les dernières lois de programmation militaire, la prise en considération des risques nucléaires par la France pourrait renforcer la crédibilité et la résilience de sa posture de dissuasion nucléaire face aux menaces contemporaines.

Bibliographie

Ouvrages

Arceneaux, Giles D. et Feaver, Peter D., « The Fulcrum of Fragility: Command and Control in Regional Nuclear Powers », dans Vipin Narang et Scott D. Sagan (dir.), *The Fragile Balance of Terror: Deterrence in the New Nuclear Age*, Ithaca, Cornell University Press, 2022.

Bracken, Paul, *The Command and Control of Nuclear Forces*, Yale University Press, Binghamton, 1983.

Carter, Ashton B.; Steinbruner, John D. et Zraket, Charles A. (dir.), *Managing Nuclear Operations*, Washington, D.C., The Brookings Institution, 1987.

Cohen, Samy, *La monarchie nucléaire : les coulisses de la politique étrangère sous la Ve République*, Paris, Hachette, 1986.

Horn, Sally K., « The Hotline », dans John Borawski (dir.), *Avoiding War in the Nuclear Age: Confidence-Building Measures for Crisis Stability*, Boulder, CO, Westview Press, 1986.

Jervis, Robert, *Perception and Misperception in International Politics*, Princeton, Princeton University Press, 1976.

Narang, Vipin et Williams, Heather, « Thermonuclear Twitter? » dans Vipin Narang et Scott D. Sagan (eds.), *The Fragile Balance of Terror: Deterrence in the New Nuclear Age*, Ithaca, Cornell University Press, 2022.

Posen, Barry R., *Inadvertent Escalation: Conventional War and Nuclear Risks*, Ithaca, NY, Cornell University Press, 1991.
Snyder, Glenn H., « The Balance of Power and the Balance of Terror », dans Peter Seabury (dir.), *The Balance of Power*, San Francisco, CA, Chandler, 1965.

Tertrais, Bruno, « France », dans Hans Born, Bates Gill et Hanggi Heiner (eds.), *Governing the Bomb: Civilian Control and Democratic Accountability of Nuclear Weapons*, New York, SIPRI et Oxford University Press, 2010.

Theleri, Marc, *Initiation à la force de frappe française, 1945-2010*, Paris, Stock, 1997.

Articles spécialisés

d'Aboville, Benoît, « Une nouvelle priorité de la Revue nationale stratégique 2022 : l'influence », *Revue Défense Nationale*, n° 856, 2023/1.

Acton, James M., « Escalation through Entanglement: How the Vulnerability of Command-and-Control Systems Raises the Risks of an Inadvertent Nuclear War », *International Security*, vol. 43, n° 1, été 2018.

Carter, Ashton B., « The Command and Control of Nuclear War », *Scientific American*, vol. 252, n° 1, 1985.

Feaver, Peter, « Command and Control in Emerging Nuclear Nations », *International Security*, vol. 17, n° 3, 1992.

Futter, Andrew, « Managing the Cyber-Nuclear Nexus », *European Leadership Network Policy Brief*, 2019, p. 38, <https://www.europeanleadershipnet-work.org/wp-content/uploads/2019/07/26072019-Managing-the-Cyber-Nuclear-Nexus.pdf>.

Herzog, Stephen, « Revisiting the Estonian Cyber Attacks: Digital Threats and Multinational Responses », *Journal of Strategic Security*, vol. 4, n° 2, 2011.

Kreps, Sarah et Schneider, Jacquelyn, « Escalation Firebreaks in the Cyber, Conventional, and Nuclear Domains: Moving beyond Effects-Based Logics », *Journal of Cybersecurity*, vol. 5, n° 1, 2019.

Kristensen, Hans M.; Korda, Matt et Johns, Eliana, « French nuclear weapons, 2023 », *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 79, n° 4, 2023, p. 272-281.

Merchand, Pierre, « L'exploitation du milieu extra-atmosphérique lointain : Quels enjeux géopolitiques ? Le cas des missions spatiales lunaires », *Stratégique*, n° 126-127, 2021/2-3.

Nye, Joseph S., « U.S.-Soviet Relations and Nuclear-Risk Reduction », *Political Science Quarterly*, vol. 99, n° 3, automne/1984.

Pelopidas, Benoît, « The Unbearable Lightness of Luck. Three Sources of Overconfidence in the Controllability of Nuclear Crises », *European Journal of International Security*, vol. 2, n° 2, p. 240-262.

Posen, Barry R., « Inadvertent Nuclear War?: Escalation and NATO's Northern Flank », *International Security*, vol. 7, n° 2, 1982.

Raju, Nivedita, « A proposal for a ban on destructive DA-ASAT testing: A role for the EU? », *NonProliferation and Disarmament Papers*, n° 74, EU Non-Proliferation and Disarmament Consortium, avril 2021.

Roberts, Brad, « On Adapting Nuclear Deterrence to Reduce Nuclear Risk », *Daedalus*, vol. 149, n° 2, 2020.

Sagan, Scott D., « Nuclear Alerts and Crisis Management », *International Security*, vol. 9, n° 4, printemps 1985
 Steinbruner, John D., « Nuclear Decapitation », *Foreign Policy*, n° 45, 1981.

Tertrais, Bruno, « French Nuclear Deterrence Policy, Forces, and Future: A Handbook », *Recherches & Documents*, n° 4, 2020.

Topychkanov, Petr, « Taking Forward the Dialogue on Nuclear Risk Reduction », *Journal for Peace and Nuclear Disarmament*, vol. 4, n° sup 1, 2021.

Wohlstetter, Albert, « The Delicate Balance of Terror », *Foreign Affairs*, vol. 37, n° 2, 1959.

Articles de presse en ligne

Abboud, Leila; Foy, Henry et Erizanu, Paula, « Europe battles 'avalanche of disinformation' from Russia », *Financial Times*, 21 mars 2024, <https://www.ft.com/content/2ffe8b64-f9bc-46d4-bf40-eefbbc6fac77>.

Acton, James M. et MacDonald, Thomas D., « Nuclear Command-and-Control Satellites Should Be Off Limits », *Defense One*, 10 décembre 2021, <https://www.defenseone.com/ideas/2021/12/nuclear-command-and-control-satellites-should-be-limits/187472/>.

Dress, Brad, « Top House Republican launches investigation into Defense secretary's hospitalization », *The Hill*, 9 janvier 2024, <https://thehill.com/policy/defense/4398912-top-house-republican-launches-investigation-into-defense-secretarys-hospitalization/>.

Halloran, Richard, « Nuclear Missiles: Warning System and the Question of When to Fire », *New York Times*, 29 May 1983, <http://www.nytimes.com/1983/05/29/us/nuclear-missiles-warning-system-and-the-question-of-when-to-fire.html>.

Le Figaro, « Paris dénonce la « désinformation » russe sur l'envoi de 2000 soldats français en Ukraine », *Le Figaro*, 19 mars 2024, <https://www.lefigaro.fr/international/paris-denonce-la-desinformation-russe-sur-l-envoi-de-2000-soldats-francais-en-ukraine-20240319>.

Rapports et expertises

Acton, James M. (dir.), *Entanglement: Russian and Chinese Perspectives on Non-Nuclear Weapons and Nuclear Risks*, Washington, D.C., Carnegie Endowment for International Peace, 2017.

- Acton, James M., « Why Is Nuclear Entanglement So Dangerous? », *Carnegie Q&A*, 23 janvier 2019, <https://carnegieendowment.org/2019/01/23/why-is-nuclear-entanglement-so-dangerouspub-78136>.
- Acton, James M., *Silver Bullet? Asking the Right Questions About Conventional Prompt Global Strike*, Washington, DC, Carnegie Endowment for International Peace, 2013.
- Afina, Yasmin; Inverarity, Calum et Beyza Unal, « Ensuring Cyber Resilience in NATO's Command, Control and Communication Systems », *Research Paper*, Chatham House, juillet 2020.
- Brustlein, Corentin, « La réduction des risques stratégiques entre puissances nucléaires », *Proliferation Papers*, n° 63, Ifri, janvier 2021.
- Fayet, Héloïse, « French thinking on AI integration and interaction with nuclear command and control, force structure, and decision-making », *European Leadership Network*, Londres, novembre 2023.
- Hayes, Peter, « Nuclear command-and-control in the Millennials era », *NAPSNet Special Reports*, 17 février 2015.
- Hersman, Rebecca *et al.*, *Under the Nuclear Shadow: Situational Awareness Technology and Crisis Decisionmaking*, Center for Strategic and International Studies, Washington D.C., mars 2020.
- Hersman, Rebecca K.C., Eric Brewer et Suzanne Claeys, « Deep Dive Debrief: NC3: Challenges Facing the Future System », *Nuclear Network*, Center for Strategic and International Studies, 9 juillet, 2020.
- Hersman, Rebecca, « Wormhole Escalation in the New Nuclear Age », *Texas National Security Review*, vol. 3, n° 3, automne 2020.
- Horschig, Doreen et Adamopoulos, Nicholas, « Conventional-Nuclear Integration to Strengthen Deterrence », *Center for Strategic and International Studies*, 4 octobre 2024, <https://www.csis.org/analysis/conventional-nuclear-integration-strengthen-deterrence>.
- Lewis, Jeffrey G. et Tertrais, Bruno, « The Finger on the Button: The Authority to Use Nuclear Weapons in Nuclear-Armed States », *Occasional Paper*, n° 45, Monterey, C.A., James Martin Center for Nonproliferation Studies, février 2019.
- Libicki, Martin C., *Crisis and Escalation in Cyberspace*, Santa Monica, CA, RAND Corporation, 2012.
- Messmer, Marion, *Strategic Risk Reduction in the European Context: Risk Assessment and Policy Recommendations*, BASIC, Londres, juin 2020.
- Pincé, Yannick, « La construction politique du consensus nucléaire français », *Note de recherche de l'IESD*, coll. « Pensée stratégique », n° 5, novembre 2020.
- Pincé, Yannick, « Quel « consensus » nucléaire français ? », *Fondation Jean Jaurès*, 20 octobre 2022, <https://www.jean-jaurès.org/publication/quel-consensus-nucleaire-francais/>.
- Raju, Nivedita et Erästö, Tytti, « The role of space systems in nuclear deterrence », *SIPRI Background Paper*, septembre 2023.
- Raju, Nivedita et Wan, Wilfred, « Escalation risks at the space–nuclear nexus », *SIPRI Research Policy Paper*, février 2024.
- Unal, Beyza et Lewis, Patricia, « Cybersecurity of Nuclear Weapons Systems: Threats, Vulnerabilities and Consequences », *Research Paper*, Chatham House, janvier 2018, <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2018-01-11-cybersecurity-nuclear-weapons-unal-lewis-final.pdf>.
- Wan, Wilfred (ed.), *Nuclear Risk Reduction: Closing Pathways to Use*, Genève, UNIDIR, 2020.

Wan, Wilfred, Kastelic, Andraz et Krabill, Eleanor, *The Cyber–Nuclear Nexus: Interactions and Risks. Nuclear Risk Reduction*, Friction Points Series, n° 2, Geneva, UNIDIR, 2021.

Wan, Wilfred, *Nuclear Risk Reduction: A Framework for Analysis*, Genève, UNIDIR, 2019.

Williams, Heather et Drew, Alexi, *Escalation by Tweet: Managing the new nuclear diplomacy*, Centre for Science and Security Studies, Department of War Studies, King's College London, juillet 2020.

Documents officiels

États-Unis

U.S. Department of Defense, *2022 Nuclear Posture Review*, Washington, D.C., 2022.

U.S. Department of Defense, *2018 Nuclear Posture Review*, Washington, D.C., 2018.

France

Commission de la défense nationale et des forces armées, « Audition, à huis clos, de M. Emmanuel Chiva, délégué général pour l'armement sur la dissuasion nucléaire », *Compte rendu de réunion* n° 40, 1^{er} février 2023, https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/comptes-rendus/cion_def/116cion_def2223040_compte-rendu.

Commission de la défense nationale et des forces armées, « Audition, à huis clos, du général d'armée Thierry Burkhard, chef d'état-major des armées, sur la dissuasion nucléaire », *Compte rendu de réunion* n° 31, 11 janvier 2023, https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/comptes-rendus/cion_def/116cion_def2223031_compte-rendu.

Marine nationale, « Les centres de transmissions Marine - Acteurs clés de la dissuasion nucléaire », *Ministère des Armées*, 20 février 2024, <https://www.defense.gouv.fr/marine/actualites/centres-transmissions-marine-acteurs-cles-dissuasion-nucleaire>.

Marine nationale, « Fin des travaux de rénovation des centres de transmissions de la Marine », *Site archives du ministère des Armées*, 28 janvier 2021. <https://archives.defense.gouv.fr/marine/actu-marine/fin-des-travaux-de-renovation-des-centres-de-transmissions-de-la-marine.html>.

Macron, Emmanuel, « Discours du Président Emmanuel Macron sur la stratégie de défense et de dissuasion devant les stagiaires de la 27^{ème} promotion de l'école de guerre », *Élysée*, 7 février 2020.

Ministère des Armées, « Les premières images du démonstrateur d'alerte spatiale Spirale visibles au salon du Bourget », *Sites archives du ministère des Armées*, 28 juin 2010, <https://archives.defense.gouv.fr/dga/actualite-dga/2009/les-premieres-images-du-demonstrateur-d-alerte-spatiale-spirale-visibles-au-salon-du-bourget.html>.

Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères, « Spatial – Engagement de la France à ne pas conduire d'essais de missiles antisatellites destructifs à ascension directe », *France Diplomatie*, 29 novembre 2022, [https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/securite-desarmement-et-non-proliferation/actualites-et-evenements-lies-a-la-securite-au-desarmement-et-a-la-non/2022/article/spatial-engagement-de-la-france-a-ne-pas-conduire-d-essais-de-missiles#:~:text=La%20premi%C3%A8re%20Commission%20de%20I,directe%20\(DA%2DASAT\)](https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/securite-desarmement-et-non-proliferation/actualites-et-evenements-lies-a-la-securite-au-desarmement-et-a-la-non/2022/article/spatial-engagement-de-la-france-a-ne-pas-conduire-d-essais-de-missiles#:~:text=La%20premi%C3%A8re%20Commission%20de%20I,directe%20(DA%2DASAT)).

République française, « Rapport présenté par la France dans le cadre des mesures n o 5, 20 et 21 du Document final de la Conférence des Parties chargée d'examiner le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires en 2010 », *Conférence des Parties chargée d'examiner le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires en 2015*, NPT/CONF.2015/10, 12 mars 2015, <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/065/12/pdf/n1506512.pdf?token=aLmcw6PAjLIWjDVI40&fe=true>.

Pintat, Xavier et Lorgeoux, Jeanny (dir.), *La nécessaire modernisation de la dissuasion nucléaire*, rapport d'information fait au nom de la Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, Paris, Sénat, 23 mai 2017.

Commission de la défense et des forces armées du Sénat, *Rapport d'information sur l'avenir des forces nucléaires françaises*, 12 juillet 2012.

Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, *Revue nationale stratégique 2022*, 9 novembre 2022.

Loi n° 2013-1168 du 18 décembre 2013 relative à la programmation militaire pour les années 2014 à 2019 et portant diverses dispositions concernant la défense et la sécurité nationale, *JORF*, n° 294, 19 décembre 2013.

Loi n° 2009-928 du 29 juillet 2009 relative à la programmation militaire pour les années 2009 à 2014 et portant diverses dispositions concernant la défense, *JORF*, n° 175, 31 juillet 2009, p. 12 713, texte n°1.

Multilatéraux

Assemblée générale des Nations Unies, « Report of the Group of Governmental Experts on Advancing Responsible State Behaviour in Cyberspace in the Context of International Security », UN document A/76/135, 14 juillet 2021, para. 22, https://front.un-arm.org/wp-content/uploads/2021/08/A_76_135-2104030E-1.pdf.

Autres

Ifop, « Les Français, les dépenses militaires et l'élimination des armes atomiques », *Ifop*, juin 2018.

Lecasble, Valérie (dir.), « La Défense dans l'opinion des Français 2017 », *DICOD*, septembre 2017.

Zajec, Olivier, « Modèles d'escalade et vertiges rationnels : la place problématique des armes atomiques « tactiques » dans les crises internationales à dimension nucléaire », Séminaire doctoral Les enjeux théoriques comparés des stratégies nucléaires, IESD, Université Jean Moulin Lyon 3, 17 mars 2022, <https://www.youtube.com/watch?v=trPBUrwUNIQ>.



Contact : iesd.contact@gmail.com

Site : <https://iesd.univ-lyon3.fr/>

IESD – Faculté de droit
Université Jean Moulin – Lyon III
1C avenue des Frères Lumière – CS 78242
69372 LYON CEDEX 08