

Note: Cette traduction a été préparée par le Greffe à des fins internes et n'a aucun caractère officiel

COUR INTERNATIONALE DE JUSTICE

**OBLIGATIONS RELATIVES À DES NÉGOCIATIONS CONCERNANT LA CESSATION
DE LA COURSE AUX ARMES NUCLÉAIRES ET LE DÉSARMEMENT NUCLÉAIRE**

(ÎLES MARSHALL c. ROYAUME-UNI)

MÉMOIRE DES ÎLES MARSHALL

Volume I

(Annexes 1 à 43)

16 MARS 2015

[Traduction du Greffe]

Première partie		
Annexe 1 <i>[non traduite]</i>	Hansard, HL Deb, 28 October 1996, vol. 575, col. 134 http://hansard.millbanksystems.com/lords/1996/oct/28/address-in-reply-to-her-majestys-most	1
Annexe 2	J. Rotblat, «Science and Nuclear Weapons: Where Do We Go From Here?» The Blackaby Papers, Abolition 2000 UK, No. 5, 2004, p. 7 <i>[extrait]</i> http://www.abolition2000uk.org/blackaby%205.pdf	2
Annexe 3 <i>[non traduite]</i>	D. Blair, «UN nuclear watchdog: Trident is hypocritical», <i>Daily Telegraph</i> , 20, February 2007 http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/1543248/UN-nuclear-watchdog-calls-Tridenthypocritical.html	4
Annexe 4	Déclaration de M. Phillip Muller, ministre des affaires étrangères de la République des Iles Marshall, 26 septembre 2013 <i>[extrait]</i> http://www.un.org/en/ga/68/meetings/nuclear disarmament/pdf/MH_e n.pdf	5
Annexe 5	Lettre en date du 22 juin 1995 du représentant permanent des Iles Marshall auprès de l'Organisation des Nations Unies, accompagnée de l'exposé écrit du Gouvernement des Iles Marshall	6
Annexe 6 <i>[non traduite]</i>	T. Ruff, «The health consequences of nuclear explosions», in B. Fihn, ed., <i>Unspeakable suffering -- the humanitarian impact of nuclear weapons</i> (Reaching Critical Will, 2013) http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/Publications/Unspeakable.pdf	7
Annexe 7	Président Barack Obama, discours de Prague, 5 avril 2009 <i>[extrait]</i> https://www.whitehouse.gov/the_press_office/Remarks-By-President-Barack-Obama-In-Prague-As-Delivered	8
Annexe 8 <i>[non traduite]</i>	Report and Summary of Findings of the Conference presented under the sole responsibility of Austria, Vienna Conference on the Humanitarian Impact of Nuclear Weapons, 8 to 9 December 2014 http://www.bmeia.gv.at/fileadmin/user_upload/Zentrale/Aussenpolitik/Abruestung/HINW14/HINW14_Chair_s_Summary.pdf	9
Annexe 9	Rapport 2014 sur les effets d'un conflit nucléaire régional entre l'Inde et le Pakistan. rapport établi par Michael J. Mills, Owen B. Toon, Julia Lee-Taylor et Alan Robock, intitulé «un conflit nucléaire régional provoquerait un Refroidissement planétaire pluridécennal et une perte d'ozone sans précédent».	10

Deuxième partie		
Annexe 10	Commission de la défense de la Chambre des communes, «The Future of the UK’s Nuclear Deterrent: the White Paper» Chambre des communes 225-1, vol. I, chap. 2 <i>[extrait]</i>	29
Annexe 11 <i>[non traduite]</i>	House of Commons Defence Committee, Session 2005-06, Eighth Report, para. 21 www.publications.parliament.uk/pa/cm200506/cmselect/cmdfence/986/986.pdf	31
Annexe 12 <i>[non traduite]</i>	J. Ainslie, “United Kingdom” in <i>Assuring Destruction Forever: Nuclear Weapon Modernization Around the World</i> , Reaching Critical Will, 2012, p. 68. Available online at http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/Publications/modernization/assuringdestruction-forever.pdf	31
Annexe 13 <i>[non traduite]</i>	The Strategic Defence Review, published on 8 July 1998 Cm 3999	31
Annexe 14 <i>[non traduite]</i>	Ministry of Defence, Statement on the Defence Estimates 1995, Cm 2800 (HMSO: London, 1995), https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/273324/2800.pdf	31
Annexe 15 <i>[non traduite]</i>	The Strategic Defence and Security Review, published on 19 October 2010 Cm 7948, https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/62482/strategic-defence-security-review.pdf	32
Annexe 16	Institut international de recherches pour la paix de Stockholm (SIPRI) http://www.sipri.org/research/armaments/nuclear-forces	33
Annexe 17 <i>[non traduite]</i>	Hansard, HC, 20 January 2015, col. 4WS (HCWS210), http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmhansrd/cm150120/wmstext/150120m0001.htm#15012039000023	35
Annexe 18 <i>[non traduite]</i>	Hansard, HC Deb, 20 January 2015, col. 105, http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmhansrd/cm150120/debtext/150120-0002.htm	35
Annexe 19 <i>[non traduite]</i>	Hansard, HC Deb, 18 October 1993, col. 34, http://www.publications.parliament.uk/pa/cm199293/cmhansrd/1993-1018/Debate-2.ht	35
Annexe 20 <i>[non traduite]</i>	Text of Letters exchanged between the Prime Minister and the President of the United States and between the Secretary of State for Defence and the US Secretary of Defense. The letters are reproduced in ‘Polaris Sales Agreement between the United States and the United Kingdom’ signed in Washington on 6 April 1963, www.nuclearinfo.org/sites/default/files/Polaris%20Sales%20Agreement%201963.pdf	36

Annexe 21	«Le Concept stratégique de l'Alliance», communiqué de presse NAC-S(99)65, 24 avril 1999 www.nato.int/cps/en/natolive/official texts 27433.htm	37
Annexe 22 [non traduite]	Hansard, HC, 22 May 2006, col. 1331W, http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200506/cmhansrd/vo060522/text/60522w0014.htm#06052325000141	39
Annexe 23	Hansard, débat à la Chambre des Communes, 4 décembre 1997, col. 576-577 [extraits] http://www.publications.parliament.uk/pa/cm199798/cmhansrd/vo971204/debtext/71204-27.htm	40
Annexe 24 [non traduite]	Strategic Defence Review, New Chapter, 18 July 2002, Vol.1, para. 22, http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200203/cmselect/cmdfence/93/93.pdf	42
Annexe 25	The Future of the UK's Nuclear Deterrent: the White Paper, neuvième rapport de la session 2006-2007 [extrait] https://www.gov.uk/government/publications/the-future-of-the-united-kingdoms-nuclear-deterrent-defence-white-paper-2006-cm-6994	43
Annexe 26 [non traduite]	House of Commons Defence Committee, <i>The Future of the UK's Nuclear Deterrent: the White Paper</i> , Ninth Report of Session 2006-07 Vol. I http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200607/cmselect/cmdfence/225/225i.pdf	45
Annexe 27 [non traduite]	Hansard, HL, 7 June 2010, col. WA28, http://www.publications.parliament.uk/pa/ld201011/ldhansrd/text/100607w0004.htm#10060710000742	45
Annexe 28 [non traduite]	HC, 20 December 2012, col. 908W, http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201213/cmhansrd/cm121220/text/121220w0002.htm#12122061000114	45
Annexe 29 [non traduite]	Public Expenditure Statistical Analysis 2011, Departmental Budgets, HM Treasury, table 1.3a, available at http://www.hm-treasury.gov.uk/d/pesa_2011_chapter1.pdf	46
Annexe 30 [non traduite]	<i>UK nuclear weapons R&D spending: Addendum AA1 to Offensive Insecurity</i> , February 2014, available at http://www.sgr.org.uk/publications/uk-nuclear-weapons-rdspending	46
Annexe 31 [non traduite]	Ministry of Defence (2011) <i>Initial Gate Parliamentary Report</i> (London: Ministry of Defence), https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=https%3A%2F%2Fwww.gov.uk%2Fgovernment%2Fuploads%2Fsystem%2Fuploads%2Fattachment_data%2Ffile%2F27399%2Fsubmarine_initial_gate.pdf&ei=bD4BVZnWOYb7PMCOgdgB&usq=A FQjCNHLD OML9ovvtYhgZu4 Hxt7H6g&sig2=9DdXQijRIKRU XK8S31-oBw&bvm=bv.87920726,d.ZWU	46

Annexe 32 <i>[non traduite]</i>	Hansard, HC Deb, 14 March 2007, cols. 298-407, http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200607/cmhansrd/cm070314/debtext/70314-0004.htm#07031475000005	47
Annexe 33 <i>[non traduite]</i>	Briefings on Nuclear Security, ‘Trident: The Initial Gate Decision’, http://www.britishpugwash.org/documents/Briefing%203%20-%20Initial%20Gate.pdf	47
Annexe 34 <i>[non traduite]</i>	“The United Kingdom’s Future Nuclear Deterrent: The Submarine Initial Gate Parliamentary Report” (May 2011), https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/27399/submarine_initial_gate.pdf	47
Annexe 35	Hansard, débat à la Chambre des Communes, 18 mai 2011, col. 352 <i>[extraits]</i> http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201011/cmhansrd/cm110518/debtext/110518-0001.htm#11051871001523	48
Annexe 36 <i>[non traduite]</i>	http://www.number10.gov.uk/news/uk-france-summit-press-conference/	49
Annexe 37	http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/Disarmament-fora/npt/prepcom12/statements/30April_UK.pdf <i>[extrait]</i>	50
Annexe 38	http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/Disarmament-fora/cd/2013/Statements/5March_UK.pdf <i>[extrait]</i>	51
Annexe 39 <i>[non traduite]</i>	http://www.basicint.org/sites/default/files/ingramcommentary-tar-jul2013.pdf	53
Annexe 40 <i>[non traduite]</i>	T. Fenwick, “Retiring Trident: an alternative proposal for UK nuclear deterrence”, <i>CentreForum</i> , (2015), http://www.centreforum.org/assets/pubs/retiring-trident.pdf	53
Annexe 41 <i>[non traduite]</i>	Hansard, HC Deb, 6 March 2014, cols. 1077-1078, http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201314/cmhansrd/cm140306/debtext/1403060002.htm#14030652000003	53
Annexe 42 <i>[non traduite]</i>	Hansard, HC Deb, 20 January 2015, col. 183, http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmhansrd/cm150120/debtext/150120-0003.htm	53
Annexe 43 <i>[non traduite]</i>	Hansard, HC, 20 January 2015, col. 4WS (HCWS210), http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmhansrd/cm150120/wmstext/150120m0001.htm#15012039000001	54

ANNEXE 1

HANSARD, HL DEB, 28 OCTOBER 1996, VOL. 575, COL. 134

[HTTP://HANSARD.MILLBANKSYSTEMS.COM/LORDS/1996/OCT/28/ADDRESS-IN-REPLY-TO-HER-MAJESTYS-MOST](http://hansard.millbanksystems.com/lords/1996/oct/28/address-in-reply-to-her-majestys-most)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 2

**J. ROTBLAT, «SCIENCE AND NUCLEAR WEAPONS: WHERE DO WE GO FROM HERE?»
THE BLACKABY PAPERS, ABOLITION 2000 UK, N° 5, 2004, P. 7 [EXTRAIT],**

[HTTP://WWW.ABOLITION2000UK.ORG/BLACKABY%205.PDF](http://www.abolition2000uk.org/blackaby%205.pdf)

La thèse déficiente de la dissuasion élargie

D'autre part subsiste la stratégie nucléaire *de facto* de la dissuasion élargie qui suppose le maintien à perpétuité des arsenaux nucléaires.

Depuis la fin de la guerre froide, la stratégie nucléaire véritable des Etats-Unis d'Amérique s'oriente toujours davantage vers l'emploi des armes nucléaires, suivant en cela la position initialement défendue par le général Groves.

Immédiatement après la fin de la guerre froide, la politique américaine, soutenue par de nombreux pays membres de l'OTAN, n'envisageait l'utilisation de ce type d'armes qu'en dernier ressort, c'est-à-dire en réponse à une attaque nucléaire. Toutefois, en 1994, dans le cadre de la révision de la doctrine nucléaire des Etats-Unis, le gouvernement du président Clinton a pour la première fois évoqué explicitement la possibilité d'y avoir recours en réaction à une attaque chimique ou biologique.

La révision actuelle de cette doctrine va encore plus loin et fait de l'arme nucléaire l'instrument du maintien de la paix dans le monde.

Si c'est là leur rôle, les armes nucléaires demeureront nécessaires tant qu'on aura recours à la confrontation militaire pour le règlement des différends, c'est-à-dire tant que la guerre restera un phénomène social admis. Or pareille position est inacceptable dans une société civilisée pour de nombreux motifs d'ordre logique, politique, militaire, juridique et éthique. Dans le présent article, je traiterai principalement de ces deux derniers aspects (juridique et moral), mais j'évoquerai aussi brièvement les autres.

D'un point de vue logique, la politique nucléaire des Etats-Unis et de l'OTAN va à l'encontre du but recherché. Si certaines nations, dont les plus puissantes sur le plan militaire, affirment qu'elles ont besoin des armes nucléaires pour assurer leur sécurité, alors on ne saurait refuser cette sécurité aux autres pays qui se sentent réellement en danger. La prolifération des armes nucléaires est la conséquence logique de cette politique nucléaire. Eux-mêmes détenteurs d'armes nucléaires, les Etats-Unis et leurs alliés ne peuvent empêcher d'autres de s'en doter. La politique de la dissuasion élargie sape celle de la non-prolifération.

Un autre aspect de l'argument logique touche au fondement même de la dissuasion. Il s'agit du postulat selon lequel les parties à un conflit pensent et se comportent rationnellement et sont en mesure d'évaluer avec réalisme les risques inhérents à toute action envisagée.

Il en irait tout autrement des dirigeants irrationnels. Même un dirigeant sensé peut se conduire de manière irraisonnée en situation de guerre ou de défaite ou y être poussé par l'hystérie collective, le fanatisme religieux ou la ferveur nationaliste. La dissuasion n'aurait certainement aucun effet sur les terroristes, qui font peu de cas de la vie humaine, dans un camp comme dans l'autre.

La politique de la dissuasion élargie est inacceptable sur le plan politique. Elle est hautement discriminatoire en ce qu'elle permet à quelques nations (une seule, en pratique) de

s'approprier certains droits, comme celui de s'ériger en gendarme du monde en imposant des sanctions aux proliférateurs nucléaires ou en les menaçant directement d'actions militaires ; pareilles actions devraient être la prérogative des Nations Unies. En effet, cela défie la finalité même de cette organisation, spécifiquement fondée pour maintenir la paix et la sécurité internationales.

La politique de la dissuasion élargie emporte également une polarisation permanente du monde, certaines nations se voyant offrir la protection d'une puissance nucléaire, d'autres étant «protégées» par une puissance moindre ou ne bénéficiant d'aucune protection.

En ce qui concerne les attaques terroristes, cette politique n'est pas crédible du point de vue militaire. Comme l'ont montré les événements du 11 septembre, les groupes terroristes font peser sur la sécurité une menace majeure, qui inclut l'utilisation de toutes sortes d'armes de destruction massive, y compris les armes nucléaires.

ANNEXE 3

**D. BLAIR, 'UN NUCLEAR WATCHDOG: TRIDENT IS HYPOCRITICAL',
*DAILY TELEGRAPH, 20 FEBRUARY 2007***

[HTTP://WWW.TELEGRAPH.CO.UK/NEWS/UKNEWS/1543248/UN-NUCLEAR-WATCHDOG-CALLS-TRIDENTHYPOCRITICAL.HTML](http://www.telegraph.co.uk/news/uknews/1543248/UN-NUCLEAR-WATCHDOG-CALLS-TRIDENTHYPOCRITICAL.HTML)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 4

**DÉCLARATION DE M. PHILLIP MULLER, MINISTRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES
DE LA RÉPUBLIQUE DES ÎLES MARSHALL, 26 SEPTEMBRE 2013 [EXTRAIT]**

[HTTP://WWW.UN.ORG/EN/GA/68/MEETINGS/NUCLEARDISARMAMENT/PDF/MH EN.PDF](http://www.un.org/en/ga/68/meetings/nucleardisarmament/pdf/mh_en.pdf)

Le désarmement va de pair avec la volonté politique, et nous affirmons et encourageons les progrès bilatéraux en ce sens, notamment entre les Etats-Unis et la Russie. Nous prions instamment toutes les puissances nucléaires de redoubler d'efforts pour honorer leurs engagements en vue d'un désarmement réel et durable.

La population marshallaise devrait être le tout premier groupe à appeler l'attention des Nations Unies sur notre objectif ultime, soit faire en sorte qu'aucune nation ou population ne doive jamais témoigner du fardeau représenté par une exposition aux impacts dévastateurs d'armes nucléaires. Les Nations Unies ne peuvent ni ne doivent répéter de telles erreurs ; il nous faut relever ce défi et faire preuve de courage à l'échelle internationale.

ANNEXE 5

**LETTRE EN DATE DU 22 JUIN 1995 DU REPRÉSENTANT PERMANENT DES ÎLES MARSHALL
AUPRÈS DE L'ORGANISATION DES NATIONS UNIES, ACCOMPAGNÉE DE L'EXPOSÉ ÉCRIT
DU GOUVERNEMENT DES ÎLES MARSHALL [EXTRAIT]**

4. L'intérêt des Îles Marshall pour le désarmement nucléaire

Il est compréhensible que les Îles Marshall, éprouvées directement et sur une grande échelle par l'emploi d'armes nucléaires, aient décidé de ratifier cette année le traité sur la non-prolifération des armes nucléaires. L'objectif du traité qui est «la cessation de la fabrication d'armes nucléaires, la liquidation de tous les stocks existants desdites armes, et l'élimination des armes nucléaires ... des arsenaux nationaux» concorde parfaitement avec la politique étrangère de coexistence pacifique qui est celle des Îles Marshall ainsi qu'avec le but suprême de la communauté internationale : parvenir à une paix globale.

ANNEXE 6

**T. RUFF, «THE HEALTH CONSEQUENCES OF NUCLEAR EXPLOSIONS», IN B. FIHN, ED.,
UNSPEAKABLE SUFFERING -- THE HUMANITARIAN IMPACT OF NUCLEAR WEAPONS
(REACHING CRITICAL WILL, 2013)**

**[HTTP://WWW.REACHINGCRITICALWILL.ORG/IMAGES/DOCUMENTS/PUBLICATIONS/
UNSPEAKABLE.PDF](http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/publications/unspeakable.pdf)**

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 7

PRÉSIDENT BARACK OBAMA, DISCOURS DE PRAGUE, 5 AVRIL 2009 [EXTRAIT]

[HTTPS://WWW.WHITEHOUSE.GOV/THE PRESS OFFICE/REMARKS-BY-PRESIDENT-BARACK-OBAMA-IN-PRAGUE-AS-DELIVERED](https://www.whitehouse.gov/the-press-office/remarks-by-president-barack-obama-in-prague-as-delivered)

Comprenez-moi bien : cette question concerne tout le monde. Une arme nucléaire qui exploserait dans une grande ville — qu’il s’agisse de New York ou de Moscou, d’Islamabad ou de Bombay, de Tokyo ou de Tel Aviv, de Paris ou de Prague — pourrait causer la mort de centaines de milliers de personnes. Et quel que soit le lieu, les conséquences seraient extrêmement lourdes, que ce soit pour notre sécurité au niveau mondial, notre société, notre économie et, en fin de compte, pour notre survie même.

Certains soutiennent qu’on ne saurait endiguer la prolifération de ces armes, ni la contrôler, que nous sommes destinés à vivre dans un monde où les nations et les particuliers sont chaque jour plus nombreux à posséder les moyens absolus de destruction. Pareil fatalisme est un adversaire pernicieux, car penser que la prolifération des armes nucléaires est inévitable revient alors à reconnaître en quelque sorte que leur usage l’est également.

Au XX^e siècle, nous avons combattu pour la liberté et nous devons à présent faire bloc pour que chacun ait le droit, au XXI^e siècle, de vivre en toute quiétude. [*Applaudissements.*] Et, en tant que puissance nucléaire, la seule qui ait jamais fait usage d’armes de ce type, les États-Unis d’Amérique sont moralement tenus d’agir. Nous n’y parviendrons pas seuls, mais nous pouvons conduire, nous pouvons engager ce processus.

ANNEXE 8

REPORT AND SUMMARY OF FINDINGS OF THE CONFERENCE PRESENTED UNDER THE SOLE RESPONSIBILITY OF AUSTRIA, VIENNA CONFERENCE ON THE HUMANITARIAN IMPACT OF NUCLEAR WEAPONS, 8 TO 9 DECEMBER 2014

**[HTTP://WWW.BMEIA.GV.AT/FILEADMIN/USER_UPLOAD/ZENTRALE/AUSSENPOLITIK/ABRUESTU
NG/HINW14/HINW14_CHAIR_S_SUMMARY.PDF](http://www.bmeia.gv.at/fileadmin/user_upload/zentrale/aussenpolitik/abruesting/hinw14/hinw14_chair_s_summary.pdf)**

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 9

RAPPORT 2014 SUR LES EFFETS D'UN CONFLIT NUCLÉAIRE RÉGIONAL ENTRE L'INDE ET LE PAKISTAN. RAPPORT ÉTABLI PAR MICHAEL J. MILLS, OWEN B. TOON, JULIA LEE-TAYLOR ET ALAN ROBOCK, INTITULÉ «UN CONFLIT NUCLÉAIRE RÉGIONAL PROVOQUERAIT UN REFROIDISSEMENT PLANÉTAIRE PLURIDÉCENNAL ET UNE PERTE D'OZONE SANS PRÉCÉDENT »

Earth's Future, Article scientifique, 10.1002/2013EF000205

Points clefs

- Simulation d'un conflit nucléaire régional à l'aide d'un modèle de système terrestre
- Durée potentielle du refroidissement planétaire déclenché par un conflit nucléaire régional supérieure à 25 ans
- Confirmation d'une perte mondiale d'ozone sans précédent dans l'histoire de l'humanité

Auteur principal

M. J. Mills, mmills@ucar.edu

Mode de citation

M. J. Mills, O. B. Toon, J. Lee-Taylor et A. Robock (2014), «Multidecadal global cooling and unprecedented ozone loss following a regional nuclear conflict», *Earth's Future*, vol. 2, p. 161-176, doi:10.1002/2013EF000205.

Reçu le 30 septembre 2013

Accepté le 31 janvier 2014

Article accepté pour publication en ligne le 7 février 2014

Publié en ligne le 1^{er} avril 2014

Le présent article est en accès libre aux conditions prévues par la Licence Creative Commons Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification, qui autorise l'utilisation et la diffusion sur tout média, sous réserve de dûment citer l'article original, de ne pas en faire un usage commercial et de ne pas le modifier ou l'adapter.

Un conflit nucléaire régional provoquerait un refroidissement planétaire pluridécennal et une perte d'ozone sans précédent

Michael J. Mills¹, Owen B. Toon², Julia Lee-Taylor¹ et Alan Robock³

¹ National Center for Atmospheric Research (NCAR), Boulder, Colorado (Etats-Unis).

² Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of Colorado Boulder, Boulder (Etats-Unis).

³ Department of Environmental Sciences, Rutgers, State University of New Jersey, New Brunswick, New Jersey (Etats-Unis).

RÉSUMÉ

Nous présentons ici la première étude des répercussions planétaires d'un conflit nucléaire régional qui soit basée sur un modèle de système terrestre intégrant la chimie atmosphérique, les dynamiques océaniques et plusieurs composantes interactives comme la glace de mer et les étendues terrestres. Un conflit nucléaire régional limité entre l'Inde et le Pakistan, au cours duquel chacun de ces pays ferait exploser 50 armes de 15 kilotonnes, pourrait dégager environ 5 Tg de carbone noir, qui s'élèverait jusque dans la stratosphère avant de se propager à l'ensemble de la planète, entraînant une chute soudaine des températures de surface et un intense réchauffement de la stratosphère. En nous aidant du modèle de système terrestre communautaire Community Earth System Model (ou CESM) et du modèle climatique communautaire pour l'ensemble de l'atmosphère Whole Atmosphere Community Climate Model (ou WACCM), nous avons calculé un temps de réponse de 8,7 ans pour le carbone noir stratosphérique, contre les 4 à 6,5 ans qui avaient été calculés dans des études antérieures. Selon nos calculs, des pertes d'ozone planétaires allant de 20 à 50 % au-dessus des zones habitées, soit des niveaux sans précédent dans l'histoire de l'humanité, seraient associées aux températures moyennes de surface les plus froides connues au cours des 1000 dernières années. Nous calculons des augmentations estivales des indices UV allant de 30 à 80 % pour les latitudes moyennes, ce qui laisse présager des dommages très importants à la santé humaine, à l'agriculture et aux écosystèmes terrestres et aquatiques. En raison de gelées meurtrières, les saisons de culture seraient raccourcies de 10 à 40 jours par an pendant cinq ans. Les températures de surface seraient réduites pendant plus de 25 ans en raison de l'inertie thermique, des effets d'albédo des océans et de l'augmentation de la glace de mer. La conjugaison du refroidissement et de l'augmentation du rayonnement ultraviolet mettrait en péril les ressources alimentaires mondiales et pourrait entraîner une famine nucléaire planétaire. La connaissance des répercussions potentielles de l'explosion de 100 armes nucléaires de faible puissance devrait encourager l'élimination des plus de 17 000 armes nucléaires actuellement en circulation.

1. Introduction

Dans les années 1980, des études portant sur les conséquences d'un conflit nucléaire mondial entre les Etats-Unis et l'Union soviétique annonçaient que des particules en suspension dans l'air, issues des sols fins et des fumées dégagés par des explosions et des incendies, risquaient d'encercler la planète, de produire un «crépuscule de midi» et de refroidir la surface de la terre pendant plusieurs années d'un «hiver nucléaire», selon une expression inventée pour l'occasion (*Crutzen et Birks, 1982 ; Turco et al., 1983 ; Pittock et al., 1985*). D'autres études se sont intéressées aux perturbations de la chimie de l'atmosphère et ont pronostiqué que l'azote radicalaire dégagé par les armes nucléaires les plus puissantes pourrait s'élever jusque dans la stratosphère, entraînant une perte d'ozone importante, puis un «printemps ultraviolet» (*National Research Council, 1985 ; Stephens et Birks, 1985*). Aux Etats-Unis comme en Union soviétique, les dirigeants prirent conscience des conséquences d'un conflit nucléaire sur l'environnement de la planète, puis entreprirent de négocier des traités qui ont permis de réduire de façon significative leurs stocks d'armes nucléaires, passés de 65 000 (leur maximum) en 1986 à moins de 20 000 armes aujourd'hui, la réduction s'étant accentuée ces dernières années dans le cadre de nouvelles négociations (*Robock et al., 2007a ; Toon et al., 2007 ; Toon et al., 2008*). Néanmoins, il reste un nombre important d'armes nucléaires et le nombre d'Etats qui en sont dotés continue d'augmenter.

Depuis 2007, de nouvelles études se sont intéressées à la question d'un éventuel conflit nucléaire mondial en lui appliquant des modèles climatiques mondiaux modernes. Elles ont confirmé la gravité des effets sur le climat pronostiqués dans les années 1980 à l'aide de modèles climatiques simples ou de simulations effectuées à partir de modèles basse résolution de circulation atmosphérique générale (*Robock et al., 2007a*) et soulevé de nouvelles inquiétudes quant aux répercussions de conflits nucléaires régionaux sur le climat de la planète (*Robock et al., 2007b ; Toon et al., 2007 ; Mills et al., 2008 ; Stenke et al., 2013*). L'explosion de l'arme nucléaire la

moins puissante, telle celle d'environ 15 kilotonnes lancée sur Hiroshima, au-dessus d'une mégalopole moderne produirait des incendies généralisés qui se propageraient pendant plusieurs heures, consumeraient les bâtiments, la végétation, les routes, les dépôts de carburant et les autres infrastructures et dégageraient une énergie plusieurs fois supérieure à la puissance de l'arme utilisée (Toon et al., 2007). Toon et al. (2007) ont estimé les dommages et les dégagements de fumées potentiels à l'aide de différents scénarios d'échange nucléaire et conclu que les fumées s'élèveraient initialement jusqu'à la troposphère supérieure par pyroconvection. Robock et al. (2007b) ont étudié les répercussions sur le climat des fumées dégagées par un conflit régional en zone subtropicale dans lequel deux pays feraient chacun exploser 50 armes nucléaires équivalentes à celle d'Hiroshima (15 kilotonnes), déclenchant des incendies généralisés en zone urbaine. A l'aide du modèle climatique planétaire GISS ModelE (créé par le Goddard Institute for Space Studies de New York), les auteurs ont calculé que la quasi-totalité des 5 Tg de fumées dégagées atteindrait la stratosphère avant de se propager à l'ensemble de la planète, faisant chuter la température terrestre moyenne de 1,25 degrés Celsius pendant 3 à 4 ans et de plus de 0,5 degrés Celsius pendant dix ans. L'effet ainsi calculé était plus prolongé que celui obtenu dans des études plus anciennes sur «l'hiver nucléaire», car les anciens modèles ne savaient pas représenter l'élévation des fumées dans la stratosphère. A l'aide d'un modèle chimie-climat, Mills et al. (2008) ont calculé que le réchauffement concomitant de la stratosphère, qui pourrait aller jusqu'à 100 degrés Celsius, entraînerait une perte mondiale d'ozone d'une ampleur sans précédent dans l'histoire de l'humanité et susceptible de durer jusqu'à dix ans.

Récemment, Stenke et al. (2013) ont employé un troisième modèle indépendant pour confirmer les principales conclusions des deux études précédentes. Fondée sur le modèle chimie-climat SOCOL3, leur étude visait à évaluer les effets sur le climat et sur l'ozone stratosphérique d'une série d'intrants et de particules de différentes tailles. Cette étude associait une couche de mélange océanique de 50 mètres d'épaisseur et un module thermodynamique de glace de mer à un modèle atmosphérique de haute altitude et a conclu à des effets chimiques conformes aux résultats obtenus par Mills et al. (2007). Contrairement à celle de Robock et al. (2007), cette étude ne s'est pas intéressée aux dynamiques océaniques actives et, partant, n'a pas pu intégrer les effets sur le climat de la modification de la circulation océanique. Le choix d'une épaisseur de seulement 50 mètres permet de limiter les effets d'inertie thermique qui surviennent dans les grandes profondeurs océaniques : les températures de surface réagissent trop rapidement, l'enthalpie des profondeurs n'entrant pas dans l'équation.

Nous présentons ici la première étude portant sur un scénario de conflit nucléaire régional basée sur un modèle de système terrestre associant un modèle chimie-climat à des composantes interactives océaniques, terrestres et de glace de mer.

2. Description du modèle

2.1. CESM1(WACCM)

Nous reprenons le scénario d'un conflit nucléaire entre l'Inde et le Pakistan, au cours duquel chaque pays ferait exploser 50 armes similaires à celle d'Hiroshima au-dessus de mégalopoles du sous-continent indien, en nous servant de la première version du modèle de système terrestre communautaire CESM1 du National Center for Atmospheric Research (NCAR), qui est un modèle climatique mondial de la dernière génération, intégralement couplé, et configuré avec des composantes océaniques, terrestres, de glace de mer et atmosphériques entièrement interactives (Hurrell et al., 2013). Pour la composante atmosphérique, nous avons employé le modèle climatique communautaire pour l'ensemble de l'atmosphère dans sa version 4 (WACCM4), qui est un surensemble de la version 4 du modèle atmosphérique communautaire (CAM4) et en intègre tous les paramétrages physiques (Neale et al., 2013). Le WACCM est un modèle chimie-climat «de haute altitude» qui va de la surface à $5,1 \times 10^{-6}$ hPa (environ 140 kilomètres). Il est doté de

66 niveaux verticaux et d'une résolution horizontale de $1,9^\circ$ de latitude sur $2,5^\circ$ de longitude. Le modèle WACCM inclut une chimie interactive pleinement intégrée à la dynamique et à la physique du modèle. Ainsi, le réchauffement de la stratosphère se répercute sur les vitesses de réaction chimique. Les taux de photolyse sont calculés sur la base de l'extinction du flux exoatmosphérique issu de la colonne d'ozone et d'oxygène moléculaire et ne sont pas affectés par l'extinction des aérosols. Le modèle WACCM s'appuie sur un modèle chimique fondé sur la version 3 du modèle pour l'ozone et les traceurs chimiques associés (Model for Ozone and Related Chemical Tracers, ou MOZART) (Kinnison *et al.*, 2007), établi spécifiquement pour l'atmosphère moyenne et la haute atmosphère. Ce modèle chimique inclut 59 espèces contenues dans les familles chimiques O_x , NO_x , HO_x , ClO_x et BrO_x , ainsi que CH_4 et ses produits de dégradation ; 217 réactions chimiques de phase gazeuse ; et une chimie hétérogène pouvant entraîner l'élargissement du trou dans la couche d'ozone. Aux fins de nos simulations, le modèle CESM1 inclut les composantes actives terrestres, océaniques et de glace de mer décrites respectivement par Lawrence *et al.* (2011), Danabasoglu *et al.* (2012) et Holland *et al.* (2012). Le modèle océanique intégral s'étend jusqu'à 5500 mètres de profondeur et intègre une circulation océanique interactive et pronostique. La résolution nominale latitude-longitude des composantes océanique et de glace de mer est de 1 degré, similaire à celle des simulations CESM1(WACCM) effectuées dans le cadre de la phase 5 du projet de comparaison réciproque de modèles couplés (Coupled Model Intercomparison Project) (Marsh *et al.*, 2013).

2.2. CARMA

Nous avons couplé le modèle WACCM à la version 3 du modèle communautaire d'aérosols et de rayonnements pour les atmosphères (Community Aerosol and Radiation Model for Atmospheres, ou CARMA3), un «bin packing» flexible tridimensionnel microphysique que nous avons adapté à la prise en charge des aérosols de carbone noir. Le carbone noir peut ainsi se sédimenter par gravité, ce qui évite la survenue d'une diffusion moléculaire rencontrée par les traceurs de phase gazeuse dans le modèle WACCM à haute altitude. Le modèle CARMA a été créé à partir d'un code d'aérosol stratosphérique unidimensionnel développé par Turco *et al.* (1979) et Toon *et al.* (1979), qui intégrait à la fois la chimie du soufre en phase gazeuse et la microphysique des aérosols. Le modèle a été amélioré et étendu à trois dimensions, comme l'expliquent Toon *et al.* (1988). Les données numériques continuent d'être régulièrement mises à jour. Aux fins de la présente étude, nous limitons le carbone noir à un bin de taille unique et de rayon fixe.

Comme nous le précisons ci-après, nous avons effectué un ensemble de séquences en prenant pour hypothèse un rayon microphysique de 50 nm, dans un souci de cohérence avec les propriétés optiques du carbone noir retenues par le code utilisé pour chiffrer le rayonnement, propriétés qui sont dérivées du progiciel Optical Properties of Aerosols and Clouds (OPAC) (Hess *et al.*, 1998). Nos précédentes études sur la présence de carbone noir dans la stratosphère imputable à un conflit nucléaire ou au tourisme spatial s'appuyaient sur les mêmes propriétés optiques, avec toutefois un rayon de sédimentation deux fois plus grand (Mills *et al.*, 2008 ; Ross *et al.*, 2010). Nous avons également effectué une séquence de perturbation en nous fondant sur le rayon de sédimentation de 100 nm utilisé dans les précédentes études, à des fins de comparaison avec le modèle couplé.

Nous n'autorisons les changements radiatifs ou microphysique des populations de particules calculées que par lessivage (*raining*), sédimentation ou transport. Les particules sont présumées être complètement hydrophiles dès le départ et, par conséquent, sujettes au lessivage dans la troposphère. Nous supposons une densité de masse de 1 g cm^{-3} pour chaque particule de carbone noir, ce qui est conforme aux mesures des particules de carbone noir atmosphérique recueillies sur les filtres, qui se composent de particules plus petites et plus denses agrégées en formations fractales présentant des écarts spatiaux (Hess *et al.*, 1998). Ainsi que l'ont montré Toon *et al.* (2007), la coagulation du carbone noir a tendance à former des chaînes ou des nappes, qui auraient

des coefficients d'absorption de masse identiques ou supérieurs à ceux de particules de carbone noir plus petites. Les forces de traînée réduiraient la sédimentation desdites chaînes ou nappes par comparaison avec des aérosols se développant sous la forme de simples sphères. Notre décision d'ignorer la coagulation, en supposant une diffusion monodispersée de sphères d'un rayon de 50 nm, devrait permettre de prédire la durée de vie stratosphérique sous conditions avec des fractales avec un degré de précision plus élevé que si nous avons admis un développement en sphères plus larges et à sédimentation plus rapide. Selon *Toon et al.* (2007), le carbone noir a également tendance à se recouvrir de sulfates, de matières organiques et d'autres matières non absorbantes, qui pourraient faire fonction de lentilles et réfracter la lumière sur le carbone noir. Pareil effet pourrait augmenter l'absorption d'environ 50 %, ce qui entraînerait des répercussions potentiellement plus lourdes que celles que nous avons modélisées.

2.3. Configuration du modèle

Nous avons effectué un ensemble de trois séquences «expérimentales» initialisées avec 5 Tg de carbone noir et un rayon de 50 nm sur le sous-continent indien. Une quatrième séquence expérimentale a été menée, avec la même masse et la même répartition spatiale de carbone noir, mais un rayon de sédimentation de 100 nm. Nous comparons ces séquences expérimentales à un ensemble de trois séquences «de contrôle», sans le carbone noir supplémentaire. Chacune des sept séquences a simulé la période du 1^{er} janvier 2013 au 1^{er} janvier 2039, avec une évolution des concentrations de gaz à effet de serre et d'autres composants transitoires, conformément aux spécifications du scénario RCP «émissions moyennes à faibles» (RCP4.5) (*Meinshausen et al.*, 2011), modèle de référence pour les projections climatiques. Nous avons également tenté de faire débiter le conflit simulé le 15 mai, comme l'avaient fait *Robock et al.* (2007b) et *Stenke et al.* (2013), et en avons conclu que la différence de saison n'avait pas d'incidence significative sur la répartition stratosphérique du carbone noir ou sur l'effet produit sur le climat. En raison du refroidissement prolongé de surface que nous avons calculé, nous avons étendu nos séquences sur 26 ans, au-delà de la période de 10 ans retenue par les études antérieures.

Dans les séquences expérimentales, 5 Tg de carbone noir ont été ajoutés à l'état initial de l'atmosphère dans un rapport de mélange constant de $1,38 \times 10^{-6}$ kg/kg d'air entre 300 et 150 hPa, dans une région horizontale s'étendant sur 50 colonnes modélisées adjacentes couvrant à peu près l'Inde et le Pakistan. Le carbone noir réchauffe l'atmosphère jusqu'à des états extrêmes, ce qui nécessite de réduire l'intervalle de temps standard du modèle en le faisant passer de 30 minutes à 10 minutes. Pareille réduction entraînant une augmentation importante de la nébulosité dans le modèle en raison des écarts de paramétrage des nuages, nous avons réduit l'intervalle de temps de façon identique dans les séquences expérimentales et dans les séquences de contrôle. Nous avons également essayé une autre approche, en augmentant le sous-échantillonnage dans le modèle, mais nous avons constaté que la multiplication par 16 du nombre de sous-étapes nécessaire pour obtenir un résultat stable produisait une augmentation des nuages similaire à notre approche initiale. Nous procédons à un diagnostic des conséquences de la réduction de l'intervalle de temps du modèle à la section 2.4 ci-après.

Les trois éléments de chaque ensemble ont été configurés avec différentes conditions initiales pour les composantes océanique, terrestre et de glace de mer, ces conditions étant dérivées de l'ensemble de trois séquences RCP4.5 CESM1(WACCM) effectuées dans le cadre du CMIP5 (*Marsh et al.*, 2013). Lesdites composantes interagissent avec l'atmosphère et produisent une représentation de la variabilité climatique naturelle parmi les trois séquences de chaque ensemble. Ainsi que nous le démontrerons, la variabilité que nous obtenons au sein de chaque ensemble est faible comparée aux écarts entre les moyennes des ensembles expérimental d'une part et de contrôle de l'autre, ce qui laisse penser que les effets que nous calculons ne sont pas imputables à une variabilité interne du modèle.

2.4. Validation du modèle

Afin de comprendre les effets de la modification de l'intervalle de temps du modèle sur nos conclusions, nous avons réalisé un diagnostic de l'une de nos séquences de contrôle pour les années 2023 à 2038, soit une période de 16 ans débutant 10 ans après la modification de l'intervalle de temps, en nous basant sur le climat de ces années issu de l'une des séquences CESM1(WACCM) CMIP5 effectuées pour le RCP4.5, c'est-à-dire le même scénario de forçage employé dans nos séquences. L'augmentation des nuages de basse altitude a pour effet de faire passer le forçage global des nuages par ondes courtes de -55 à -62 W m^{-2} . Selon les observations du produit Energy Balanced and Filled (EBAF) proposé par le système d'étude du bilan radiatif de la terre et des nuages Clouds and Earth's Radiant Energy System (CERES), ce forçage se situerait aux alentours de -51 W m^{-2} . Un tel changement produit une planète plus réfléchissante qu'à l'observation (A. Gettelman, communication personnelle), ce qui risque d'entraîner une sous-estimation de l'anomalie de refroidissement de surface dans nos calculs, l'effet d'extinction dans la stratosphère étant réduit si un rayonnement par ondes courtes plus faible atteint la surface, dans nos séquences de contrôle comme dans les séquences expérimentales. Parallèlement, le forçage global des nuages par grandes longueurs d'onde augmente pour passer de 30 W m^{-2} dans notre séquence CMIP5 à 34 W m^{-2} . Selon les observations du CERES-EBAF, ce forçage se situerait aux alentours de $26-27 \text{ W m}^{-2}$: le changement va donc dans le sens d'un réchauffement dû à l'effet de serre produit par les nuages en altitude plus important qu'observé. Pareille augmentation de 4 W m^{-2} du forçage des nuages compense en partie le refroidissement de surface induit par la baisse de 7 W m^{-2} du rayonnement à ondes courtes. Les modifications du forçage des nuages s'observent majoritairement sous les tropiques.

Puisque nous sommes partis d'un scénario RCP4.5 en 2013, l'atmosphère de départ n'est pas en équilibre radiatif, mais se réchauffe en réaction aux gaz à effet de serre d'origine humaine. Le déséquilibre radiatif dans la partie supérieure du modèle est de $0,977 \text{ W m}^{-2}$ dans notre séquence CMIP5 pour les années 2023 à 2038. L'augmentation des nuages a pour effet de réduire pareil déséquilibre par un facteur de 10 à $0,092 \text{ W m}^{-2}$, amenant ainsi le modèle près de l'équilibre radiatif qui serait observé dans un état stable, tel que les conditions statiques utilisées pour les précédents calculs se rapportant à l'hiver nucléaire. Nous avons effectué une série supplémentaire dans laquelle 5 Tg de carbone noir sont ajoutés en année 10 dans la séquence de contrôle. Ces calculs confirment que la masse de carbone noir que nous avons obtenue, ainsi que les anomalies de surface dans le flux d'ondes courtes, la température et les précipitations ne sont pas affectées de façon significative par d'éventuels ajustements transitoires après la modification initiale de l'intervalle de temps.

Nous avons également diagnostiqué des effets sur la chimie stratosphérique en comparant la colonne d'ozone moyenne de l'ensemble obtenue dans le cadre de nos séquences de contrôle à la moyenne de l'ensemble issue des séquences CESM1(WACCM) CMIP5 pour les 6 premières années suivant la modification de l'intervalle de temps. Nous n'avons pas observé de différences significatives dans la moyenne globale ou dans la répartition latitudinale de la colonne d'ozone dues à la modification de l'intervalle de temps. Les effets de la modification de l'intervalle de temps du modèle sont relativement faibles comparés à ceux de la libération de 5 Tg de carbone noir dans la stratosphère, scénario sur lequel porte notre étude.

3. Résultats

3.1. Elévation et transport du carbone noir le long des méridiens

Comme dans les études précédentes portant sur ce scénario (Robock *et al.*, 2007b ; Mills *et al.*, 2008), l'aérosol de carbone noir absorbe les rayons d'ondes courtes, réchauffant l'air ambiant et entraînant une élévation spontanée qui emporte le carbone noir bien au-delà de la tropopause. Le CESM1(WACCM) possède 66 couches verticales et un sommet modélisé d'environ

145 kilomètres, contre 23 couches allant jusqu'à environ 80 kilomètres pour le GISS ModelE utilisé par *Robock et al.* (2007b) et 39 couches allant jusqu'à environ 80 kilomètres pour le SOCOL3 utilisé par *Stenke et al.* (2013). Ainsi que le montre la figure 1, nous calculons une élévation nettement plus élevée que *Robock et al.* (2007b, voir la comparaison avec leur figure 1b), qui pénètre de façon significative dans la mésosphère, avec des rapports de mélange de pointe atteignant la stratopause (50-60 kilomètres) en un mois et se maintenant tout au long de la première année.

Cette élévation plus importante, associée aux effets sur la circulation que nous abordons plus loin, produit des temps de séjour du carbone noir nettement plus longs que dans les études précédentes. Au bout de 10 ans, selon nos calculs, les profondeurs optiques en bande visible du carbone noir se maintiennent à un niveau de 0,02 à 0,03, ainsi que le montre la figure 2. En revanche, *Robock et al.* (2007b) calculent des profondeurs optiques de l'ordre de 0,01 uniquement à des latitudes élevées au bout de 10 ans, niveau que nos calculs n'atteignent pas avant 15 ans.

3.2. Charge, lessivage et durée de vie du carbone noir

Pendant les 4 premiers mois, 1,2 à 1,6 des 5 Tg de carbone noir disparaissent dans notre ensemble expérimental à 50 nm, et 1,6 Tg dans notre ensemble à 100 nm, principalement en raison du lessivage dans les premières semaines, à mesure de l'élévation initiale du champignon dans la troposphère (figure 3a). Ce chiffre est plus élevé que le 1,0 Tg initialement perdu dans l'étude de *Mills et al.* (2008), qui s'appuyait sur une version antérieure de WACCM. Il s'explique probablement par l'écart entre notre répartition initiale du carbone noir et celle de l'étude antérieure, dans laquelle 5 Tg étaient injectés dans une colonne unique à une résolution quatre fois plus importante que la nôtre. La concentration plus importante du carbone noir dans l'étude antérieure a probablement entraîné un réchauffement et une élévation plus rapides dans la stratosphère, atténuant ainsi le lessivage. Le lessivage que nous obtenons contraste avec l'absence de lessivage significatif calculée par le GISS ModelE (*Robock et al.*, 2007b), qui prend pour hypothèse que le carbone noir est initialement hydrophobe et qu'il devient hydrophile avec une échelle de temps de réponse τ de 24 heures. La charge de masse atteignant la stratosphère et les conséquences sur le climat et la chimie de la planète seraient sans doute plus élevées dans nos calculs si nous avions retenu une hypothèse similaire à celle du GISS ModelE. *Stenke et al.* (2013) obtiennent un lessivage initial d'environ 2 Tg dans leurs simulations interactives à 5 Tg, qui posaient des rayons respectifs de carbone noir de 50 et de 100 nm dans deux séquences distinctes. Après le lessivage initial, nous obtenons un temps de réponse de masse τ pour le reste du carbone noir de 8,7 ans en moyenne dans notre ensemble expérimental à 50 nm et de 8,4 ans pour l'ensemble à 100 nm, contre 6 ans pour *Robock et al.* (2007b), 6,5 ans environ pour *Mills et al.* (2008), 4 à 4,6 ans pour *Stenke et al.* (2013), et un an pour un aérosol de sulfate stratosphérique issu d'éruptions volcaniques normales (*Oman et al.*, 2006). En raison de cette durée de vie plus longue, après environ 4,8 ans, la charge de masse globale de carbone noir calculée dans notre ensemble est plus importante que dans le GISS ModelE, malgré une perte initiale par lessivage de 28 %. Au bout de 10 ans, nous calculons que 1,1 Tg de carbone noir subsiste dans l'atmosphère dans l'ensemble expérimental à 50 nm et 0,82 Tg dans l'ensemble à 100 nm, contre 0,54 Tg pour le GISS ModelE et 0,07 à 0,14 Tg pour le SOCOL3.

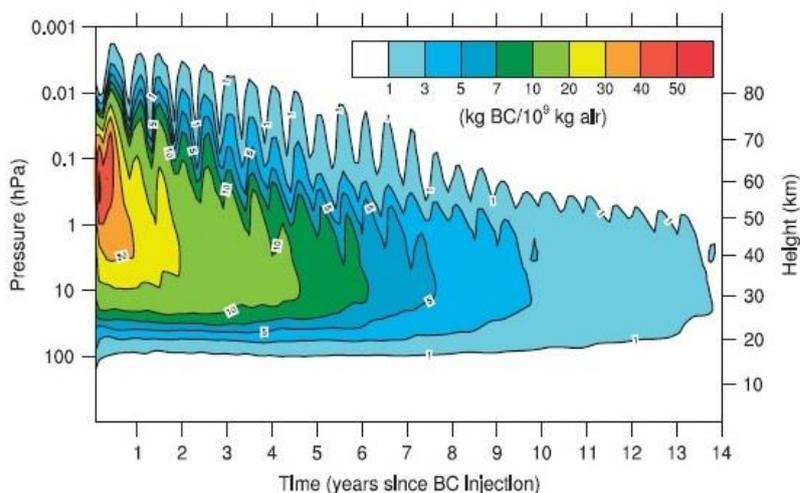


Figure 1. Evolution temporelle du rapport de mélange du carbone noir (kg de carbone noir/ 10^9 kg d'air) pour la moyenne de l'ensemble expérimental à 50 nm. L'axe horizontal indique le temps en années depuis l'émission de 5 Tg de carbone noir à 150-300 hPa le 1^{er} janvier.

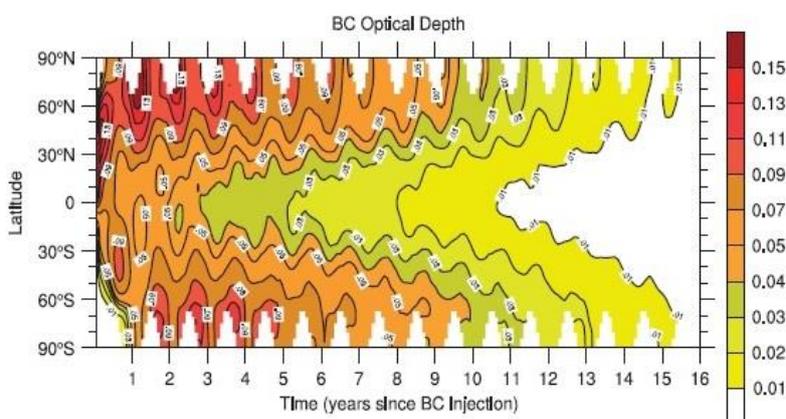


Figure 2. Evolution temporelle de la profondeur optique de la colonne zonale de carbone noir moyenne totale dans la partie visible du spectre pour la moyenne de l'ensemble expérimental à 50 nm. L'axe vertical indique la latitude. La moyenne horizontale indique le temps en années.

La longue durée de vie que nous obtenons s'explique par l'élévation initiale très importante du carbone noir jusqu'à des altitudes où son élimination de la stratosphère sera lente, ainsi que par le ralentissement consécutif de la circulation stratosphérique résiduelle. La circulation de Brewer-Dobson est entraînée par des ondes dont la propagation est filtrée par des vents zonaux, eux-mêmes modulés par des gradients de température (*Garcia et Randel, 2008*). Ainsi que l'expliquent *Mills et al. (2008)*, le carbone noir réchauffe la stratosphère tout en refroidissant la surface, réduisant ainsi la force de l'inversion stratosphérique de circulation. La figure 4 montre les vents verticaux dans la stratosphère inférieure, qui apportent de l'air nouveau depuis la troposphère et stimulent la circulation vers les pôles, pour les séquences de contrôle et les séquences expérimentales. Le réchauffement de l'atmosphère moyenne et le refroidissement de surface réduisent la vitesse moyenne des courants ascendants tropicaux de plus de 50 %. Cet effet subsiste plus de deux fois plus longtemps que dans *Mills et al. (2008)*, dont l'étude ne prévoyait pas d'effets de refroidissement des océans.

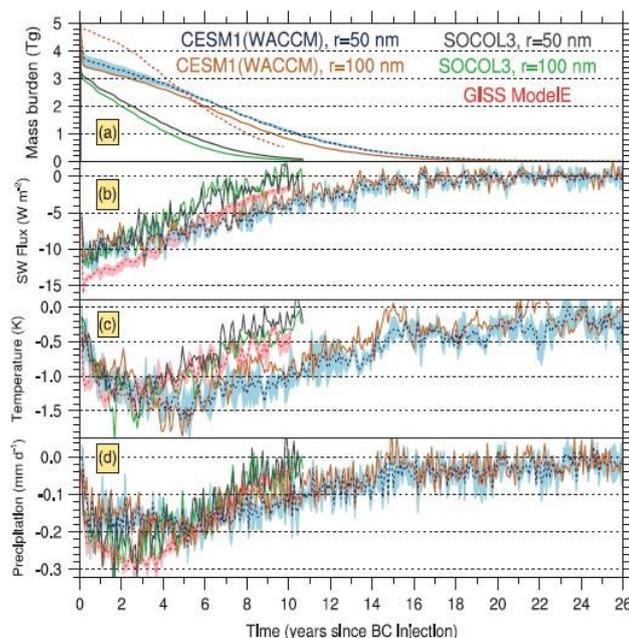


Figure 3. Evolution temporelle mensuelle moyenne globale pour *a)* la charge de masse de carbone noir (en Tg), *b)* l'anomalie de flux net d'ondes courtes à la surface (en $W m^{-2}$), *c)* l'anomalie de température de surface (en K) et *d)* l'anomalie de précipitations (en mm/jour). La ligne pointillée bleue foncée et l'ombre bleue claire indiquent la moyenne et l'amplitude de notre ensemble expérimental à 50 nm. La ligne dorée présente notre simulation, pour un aérosol d'un rayon de 100 nm. La ligne pointillée rouge foncée et l'ombre rose indiquent la moyenne et l'amplitude de l'ensemble retenu par *Robock et al.* (2007a, 2007b) (données fournies par L. Oman). Les lignes grise et verte montrent les résultats de deux simulations pour 5 Tg de carbone noir issues de *Stenke et al.* (2013) (données fournies par A. Stenke), qui posent respectivement des aérosols d'un rayon de 50 et de 100 nm. Les anomalies d'ensembles sont calculées par rapport à la moyenne des ensembles de simulations de contrôle respectifs. Le temps 0 correspond à la date de l'injection de carbone noir (1^{er} janvier dans la présente étude et 15 mai dans les autres).

3.3. Anomalies climatiques mondiales moyennes

Les anomalies climatiques mondiales présentées à la figure 3 réagissent de façon très similaire dans notre ensemble expérimental à 50 nm et dans celui à 100 nm ; il sera question ici de nos calculs pour l'ensemble à 50 nm. Les 3,6 Tg de carbone noir qui atteignent l'atmosphère moyenne et s'étendent à l'ensemble de la planète absorbent les rayons solaires à ondes courtes entrants, réduisant le flux net d'ondes courtes à la surface d'environ $12 W/m^2$ au départ, soit environ 8 % (figure 3b). Cette anomalie suit proportionnellement l'évolution de la charge de masse globale de carbone noir, de façon similaire aux calculs du GISS ModelE et de SOCOL3. Le flux d'ondes courtes dans SOCOL3 paraît plus sensible au carbone noir que dans CESM1(WACCM), qui obtient des réductions initiales de flux comparables à celles de charges de carbone noir nettement inférieures. A l'inverse, le GISS ModelE et le CESM1(WACCM) présentent une sensibilité similaire et produisent des anomalies de flux très comparables en année 4 et 5, lorsque les charges globales de masse sont les plus proches pour les deux modèles. Au bout de 10 ans, l'anomalie de flux d'ondes courtes que nous obtenons subsiste à $-3,8 W/m^2$, ce qui est comparable au forçage maximal de l'éruption volcanique du mont Pinatubo en 1991 (Kirchner et al., 1999). Ce chiffre correspond à 2,7 fois l'anomalie de flux calculée par le GISS ModelE, avec une charge de masse deux fois plus élevée. Dans SOCOL3, les flux retrouvent leur niveau normal au bout de 10 ans, période après laquelle les charges de masse de carbone noir deviennent négligeables. Il faut à CESM1(WACCM) deux fois plus de temps (20 ans) pour arriver au même résultat.

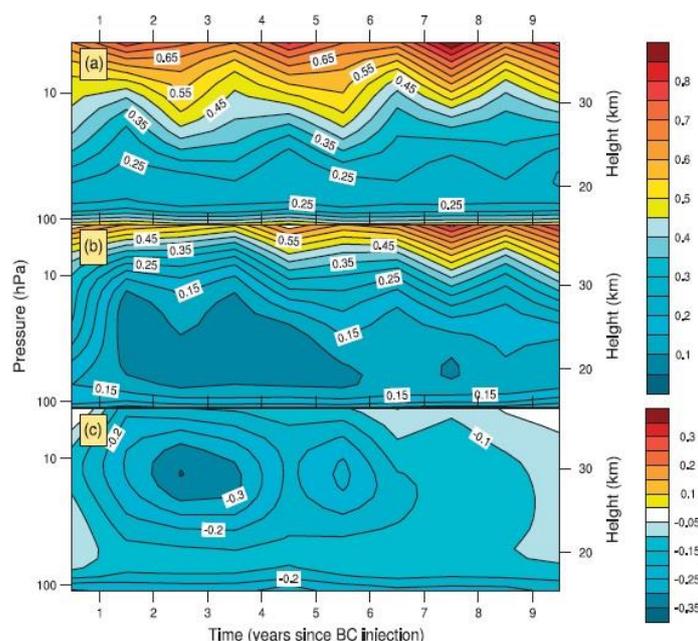


Figure 4. Evolution temporelle du vent vertical tropical dans la stratosphère inférieure (en millimètres/seconde) pour *a*) la séquence de contrôle, *b*) la séquence expérimentale à 50 nm et *c*) la séquence expérimentale moins le contrôle. Les valeurs sont des moyennes d'ensemble pour les latitudes 22°S à 22°N. L'axe horizontal indique le temps en années. L'axe vertical gauche indique la pression en hectopascals (hPa) et l'axe vertical droit indique l'altitude barique approximative en kilomètres.

Les températures moyennes mondiales de surface que nous obtenons baissent d'environ 1,1 K la première année (figure 3c). Cette réaction est initialement plus lente que celle calculée par GISS ModelE, en raison du fort lessivage initial, mais comparable à celle de SOCOL3. Les anomalies initiales de température pour les trois modèles sont proportionnelles à leurs anomalies initiales d'ondes courtes. Les températures que nous obtenons continuent de baisser pendant 5 ans, atteignant toutefois un refroidissement maximal de 1,6 K en année 5, soit 2 à 2,5 ans après le début du réchauffement dans GISS ModelE et SOCOL3, suite à un pic de refroidissement d'ampleur comparable. Au bout de 10 ans, le refroidissement mondial moyen que nous obtenons se maintient à environ 1,1 K, soit deux à quatre fois celui calculé par GISS ModelE et SOCOL3. Pour CESM1(WACCM) et GISS ModelE, pareil écart est à peu près proportionnel au ratio de charges de masse calculé. Le refroidissement que nous obtenons retarde toutefois la charge de masse et le flux d'ondes courtes. Les températures mondiales moyennes restent de 0,25 à 0,50 K en-deçà de la moyenne de l'ensemble de contrôle pendant les années 20 à 23, une fois que les flux d'ondes courtes ont retrouvé leur amplitude de contrôle. L'inertie thermique des océans, qui ont subi plus de dix ans de refroidissement prolongé, explique en grande partie ce retard.

Les taux de précipitations chutent mondialement d'environ 0,18 mm/jour au cours de la première année suivant le conflit. Pareille diminution de 6 % de la moyenne mondiale subsiste pendant 5 ans, période au cours de laquelle la réaction que nous obtenons n'est pas aussi importante que celle obtenue par le GISS ModelE ou SOCOL3. L'anomalie de précipitations relativement constante que nous obtenons au cours des 5 premières années s'explique par les tendances contradictoires des températures de surface et des flux d'ondes courtes sur la période concernée, qui s'annulent mutuellement. Toutefois, en année 5, les précipitations chutent davantage à mesure que les températures continuent de baisser, atteignant une baisse maximale de 9 % des précipitations mondiales, alors que dans les deux autres modèles, les précipitations en sont à leur deuxième année de remontée. Au bout de dix ans, nous obtenons des précipitations mondiales encore réduites de 4,5 %, soit plus de cinq fois la baisse obtenue à la même date dans le GISS ModelE et SOCOL3. Au bout de 26 ans, les températures et précipitations mondiales moyennes restent légèrement en-deçà de la moyenne de l'ensemble de contrôle.

3.4. Réponse des océans et de la glace de mer

Ainsi que le montre la figure 5, l'étendue de glace de mer augmente de façon significative au cours des 5 premières années dans l'océan Arctique et au cours des 10 premières années dans l'Antarctique. L'étendue de glace de mer est définie par la superficie totale de l'ensemble des points de surface de la grille dans le modèle océanique lorsque la couverture par la glace de mer est supérieure à 15 %. Les deux hémisphères connaissent une apparition précoce de la formation de la glace de mer à l'automne, comme en témoignent les maximales saisonnières, conformes aux observations de *Stenke et al.* (2013). Dans l'Arctique, l'étendue de glace de mer augmente pour atteindre un maximum de 10 à 25 % au cours des années 4 à 7. Dans l'Antarctique, l'étendue de glace de mer atteint une superficie maximale de 20 à 75 % plus importante que dans l'ensemble de contrôle au cours des années 7 à 15 et reste de 5 à 10 % plus vaste tout au long des années 20 à 26. Non seulement ces augmentations significatives des étendues de glace de mer ont des incidences sur le transfert d'énergie entre l'atmosphère et les océans, mais elles renforcent également l'albédo de la Terre, accentuant le refroidissement de surface en réfléchissant davantage la lumière du Soleil dans l'espace. L'augmentation des étendues de glace de mer aurait également des conséquences importantes sur la vie océanique, notamment sur l'ensemble des organismes qui sont en équilibre dans les conditions climatiques actuelles (voir par exemple *Harley et al.*, 2006).

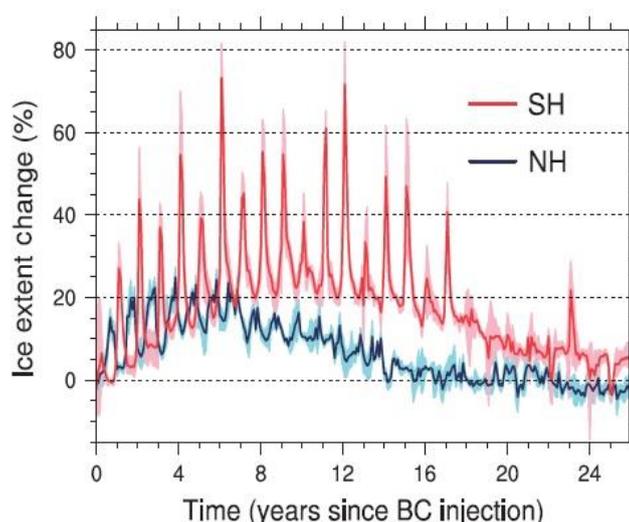


Figure 5. Evolution de l'étendue de glace de mer (en %) pour l'ensemble expérimental à 50 nm par rapport à l'ensemble de contrôle. L'étendue de glace de mer est définie par la superficie totale de l'ensemble des points de surface de la grille situés en mer dont la proportion de glace est supérieure à 15 %. La ligne rouge indique l'anomalie de la moyenne de l'ensemble pour l'hémisphère sud. La ligne bleue fait de même pour l'hémisphère nord. Les ombres autour de chaque ligne indiquent l'amplitude des séquences de l'ensemble expérimental par rapport à la moyenne de l'ensemble de contrôle. L'axe horizontal indique le temps en années. L'axe vertical indique l'évolution relative de la superficie de l'étendue de glace, selon la formule $100 \% \times (\text{expérimental} - \text{contrôle}) / \text{contrôle}$.

Nous observons de surcroît que la couche supérieure de l'océan subit un refroidissement prolongé qui pénètre jusqu'à plusieurs centaines de mètres de profondeur. La figure 6 présente les anomalies de températures océaniques moyennes mondiales par mois à différentes profondeurs pour l'ensemble expérimental à 50 nm, incluant la variabilité de l'ensemble, par rapport à la moyenne de l'ensemble de contrôle. Ainsi que le montre ce schéma, on constate un refroidissement moyen supérieur à 0,5 K jusqu'à 100 mètres de profondeur jusqu'à l'année 12. Les 2,5 mètres supérieurs de l'océan ont la même capacité calorifique par unité de surface que la profondeur totale de l'atmosphère (*Gill*, 1982). En conséquence, pareil refroidissement jusqu'à 100 mètres de profondeur crée un déficit thermique durable qui maintient une température de surface réduite pendant plusieurs décennies. La réaction du point de vue de la température prend davantage de temps à se répercuter dans les profondeurs océaniques, les températures à 1000 mètres continuant de baisser tout au long des 26 années de la simulation.

3.5. Perte d'ozone stratosphérique

Le carbone noir ne se contente pas de refroidir la surface ; il réchauffe considérablement l'atmosphère moyenne (figure 7). Comme dans *Mills et al.* (2008), nous obtenons des augmentations initiales des températures moyennes mondiales de plus de 80 K à proximité de la stratopause (50-60 kilomètres). Comme dans *Robock et al.* (2007b), nous obtenons un réchauffement stratosphérique mondial moyen supérieur à 30 K les 5 premières années. La figure 7 illustre le refroidissement de surface évoqué précédemment, ainsi qu'un refroidissement de l'atmosphère au-dessus de la couche de carbone noir, conforme aux résultats obtenus par *Robock et al.* (2007b).

Comme dans *Mills et al.* (2008), nos calculs révèlent une perte massive d'ozone, conséquence de ces températures stratosphériques extrêmes (figure 8). Toujours comme dans *Mills et al.* (2008), nous obtenons une perte planétaire moyenne de colonne d'ozone de 20 à 25 % qui subsiste entre la deuxième et la cinquième année suivant le conflit nucléaire, suivie d'une remontée à une perte de colonne de 8 % au bout de 10 ans. Tout au long des 5 premières années, la colonne d'ozone est réduite de 30 à 40 % aux latitudes moyennes et de 50 à 60 % aux latitudes septentrionales élevées.

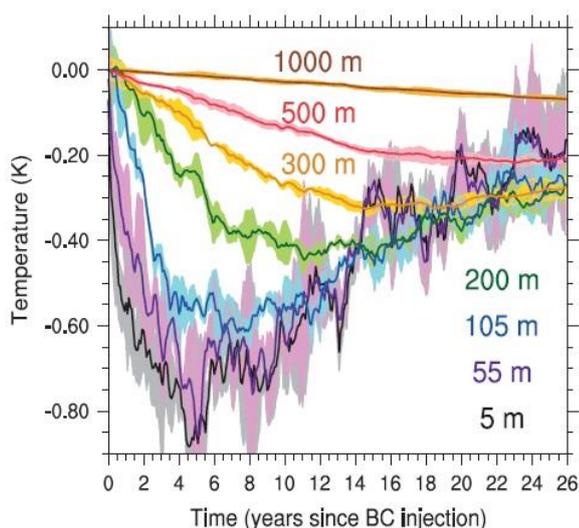


Figure 6. Evolution temporelle de l'anomalie mondiale de température océanique moyenne à différentes profondeurs. Les lignes indiquent la moyenne mensuelle des températures de l'ensemble expérimental moins la moyenne mensuelle de l'ensemble de contrôle. Les ombres autour de chaque ligne indiquent l'amplitude des séquences de l'ensemble expérimental par rapport à la moyenne de l'ensemble de contrôle. L'axe horizontal indique le temps en années. L'axe vertical indique les températures en K.

Selon *Mills et al.* (2008), pareille perte d'ozone s'explique en premier lieu par deux cycles de perte catalytique sensibles à la température impliquant de l'oxygène radicalaire et de l'azote radicalaire, potentialisés par les températures élevées. Au surplus, il ressort de l'analyse de nos résultats actuels que le réchauffement de la tropopause tropicale envoie jusqu'à 4,3 fois plus de vapeur d'eau dans la stratosphère inférieure. L'augmentation de la vapeur d'eau a deux types d'effets sur la perte d'ozone. La photolyse de la vapeur d'eau produit de l'hydrogène radicalaire tout en excitant les particules d'oxygène atomique $O(^1D)$, en fonction de la longueur d'onde de la lumière naturelle dissociante. $O(^1D)$ est responsable de la production d'azote radicalaire dans la stratosphère par réaction avec N_2O . L'hydrogène radicalaire possède son propre cycle catalytique destructeur d'ozone. Selon nos calculs, l'hydrogène radicalaire dans la stratosphère inférieure tropicale est multiplié par 3 à 5,5 au cours des 2 premières années suivant le conflit nucléaire. De même, $O(^1D)$ est multiplié dans la même région par des facteurs allant de 4 à 7,6. $O(^1D)$ n'est cependant pas le principal mécanisme de perte de N_2O dans la stratosphère et les niveaux de N_2O sont initialement légèrement plus élevés dans la stratosphère tropicale, probablement sous l'effet de

l'ascension initiale du champignon, comme le suggèrent *Mills et al.* (2008). Le ralentissement subséquent de la circulation stratosphérique produit des niveaux réduits de N_2O , l'augmentation de l'âge des masses d'air entraînant une perte chimique plus importante.

On trouve les plus forts taux de production d'ozone sous les tropiques, où les pertes sont principalement liées au transport d'ozone vers des latitudes plus élevées. A mesure que l'air est transporté vers les pôles, les pertes chimiques s'accumulent, entraînant des pertes plus importantes de colonne d'ozone aux latitudes plus élevées. Aux hautes latitudes de l'hémisphère sud, les pertes d'ozone sont atténuées par la disparition du trou saisonnier dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique, qui est normalement produite par des réactions chimiques hétérogènes à l'intérieur des nuages stratosphériques polaires uniquement aux basses températures extrêmes observées dans la stratosphère antarctique. Nous ne tenons pas compte des effets de ces réactions chimiques hétérogènes sur l'aérosol de carbone noir, car elles sont moins bien connues que celles qui impliquent les sulfates et les nuages stratosphériques polaires.

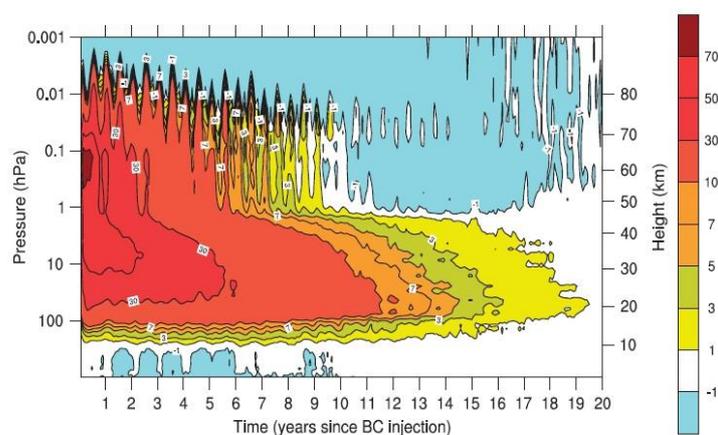


Figure 7. Evolution temporelle du profil vertical de l'anomalie mondiale de température océanique moyenne. Les valeurs correspondent à la moyenne de l'ensemble expérimental à 50 nm, moins la moyenne de l'ensemble de contrôle. L'axe horizontal indique le temps en années. L'axe vertical gauche indique la pression en hectopascals (hPa) et l'axe vertical droit indique l'altitude barique approximative en kilomètres. Les courbes de niveau indiquent les anomalies de température en K.

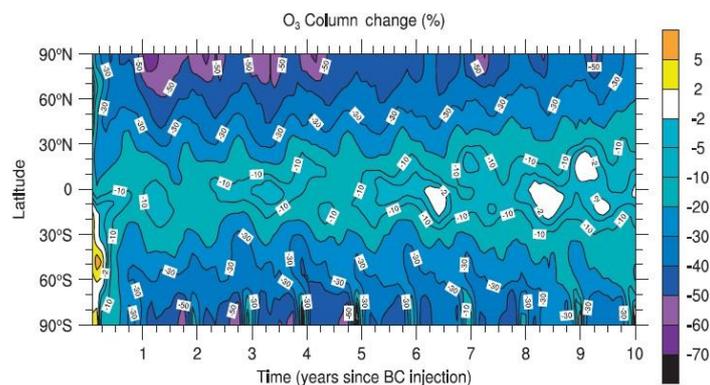


Figure 8. Evolution temporelle de l'ozone de colonne zonal moyen (en %). L'évolution dans l'ensemble expérimental à 50 nm est présentée par rapport à la moyenne de l'ensemble de contrôle, selon la formule $100\% \times (\text{experimental} - \text{contrôle}) / \text{contrôle}$. L'axe horizontal indique le temps en années. L'axe vertical indique la latitude.

3.6. Evolution du rayonnement ultraviolet de surface

Nous avons utilisé le modèle TUV (troposphérique ultraviolet-visible) (*Madronich et Flocke*, 1997) pour calculer l'impact d'une perte aussi massive d'ozone sur les flux de rayonnement ultraviolet nocif atteignant la surface de la Terre. Le modèle TUV simule l'atténuation de la

lumière du Soleil lorsque celle-ci traverse l'atmosphère terrestre. Il a servi à l'étude d'une grande variété de sujets, parmi lesquelles la chimie de l'atmosphère éloignée (*Walega et al.*, 1992) et de l'atmosphère urbaine (*Castro et al.*, 2001), la chimie des manteaux neigeux (*Fisher et al.*, 2005), l'incidence des cancers de la peau (*Thomas et al.*, 2007), les émissions de méthane par les plantes (*Bloom et al.*, 2010) et les modifications potentielles du rayonnement ultraviolet en cas d'impact d'astéroïde (*Pierazzo et al.*, 2010) ou résultant d'opérations de géo-ingénierie (*Tilmes et al.*, 2012). La méthode employée dans la présente étude est fondée sur celle décrite par *Lee-Taylor et al.* (2010).

Nous avons utilisé le modèle TUV pour calculer les flux de rayons ultraviolets par temps clair, sur la base de la colonne d'ozone moyenne mensuelle et de la distribution de carbone noir absorbant calculées pour les moyennes de nos ensembles expérimental et de contrôle de nos séquences CESM1(WACCM). Afin de limiter la charge de calcul, nous avons précalculé des tables de conversion des variations du rayonnement ultraviolet en fonction de l'ozone, de l'angle solaire zénithal (θ) et de l'élévation de la surface, à l'aide de la colonne atmosphérique intégrale de 80 kilomètres retenue dans le modèle TUV. Nous avons ensuite établi les répartitions globales des rayons ultraviolets à partir des répartitions d'ozone modélisées par WACCM, en nous appuyant sur la loi de Beer-Lambert pour tenir compte du trajet oblique d'absorption par le carbone noir stratosphérique, en procédant à un calcul quotidien afin de tenir compte du θ variable. Nous avons exprimé les résultats moyens mensuels des rayons ultraviolets conformément à l'indice UV international (OMS, OMM, PNUE et CIPRNI, 2002), qui mesure les flux d'ultraviolets à midi au moyen d'un «spectre d'action», afin de tenir compte du fait que la capacité des rayons solaires à causer des lésions cutanées dépend des longueurs d'onde (*McKinlay et Diffey*, 1987).

La figure 9 présente l'indice UV pour les mois d'été les plus ensoleillés, c'est-à-dire juin pour l'hémisphère nord et décembre pour l'hémisphère sud. L'Organisation mondiale de la Santé recommande de prendre des mesures de protection solaire pour les indices supérieurs à 3 et qualifie les indices UV de 8 à 10 de «très élevés», justifiant des mesures de protection supplémentaires afin d'éviter l'exposition au soleil en milieu de journée. Un indice UV supérieur à 11 est qualifié d'«extrême». Selon nos calculs, les indices UV augmenteraient de 3 à 6 points pour l'ensemble des latitudes moyennes en été, portant les valeurs maximales au-delà des limites actuelles, jusqu'à des indices allant de 12 à 21 dans les régions les plus peuplées d'Amérique du Nord et dans le sud de l'Europe au mois de juin. Nous obtenons des augmentations similaires pour l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Afrique australe et l'Amérique du Sud au mois de décembre. Les lésions cutanées varient selon le type de peau, la durée d'exposition minimale pour subir une brûlure étant inversement proportionnelle à l'indice UV. En conséquence, un habitant d'Amérique du Nord à la peau relativement claire qui subit un coup de soleil douloureux et important au bout de 10 minutes d'exposition au soleil à midi au mois de juin, avec un indice UV de 10, subirait des lésions équivalentes après une exposition de 6,25 minutes à un indice UV de 16.

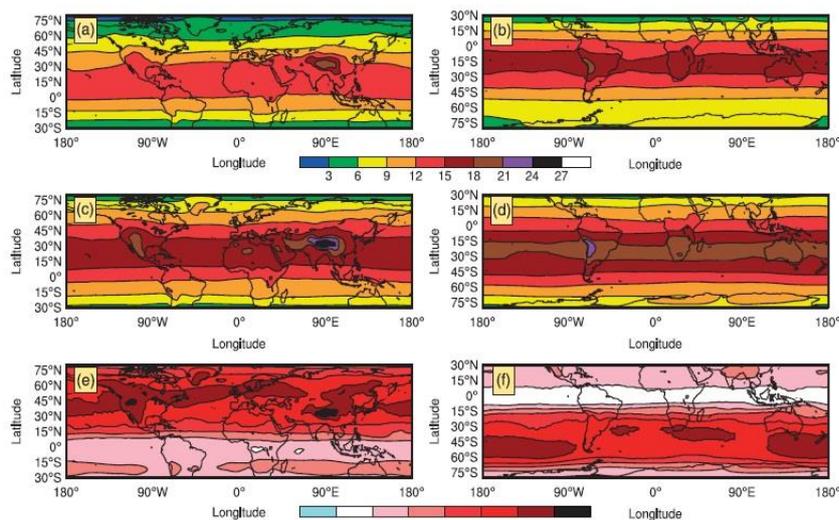


Figure 9. Indice UV en juin (gauche) et en décembre (droite) pour l'ensemble de contrôle (a, b), l'ensemble expérimental (c, d) et l'ensemble expérimental moins l'ensemble de contrôle (e, f). Les valeurs sont des moyennes d'ensemble pour l'année 3.

Stenke *et al.* (2013) obtiennent des augmentations tout aussi importantes du rayonnement ultraviolet imputables à la perte d'ozone. Ils signalent également que l'atténuation des flux solaires due à l'absorption par le carbone noir serait suffisamment importante pendant l'hiver aux latitudes supérieures pour réduire de 30 % le niveau des rayons ultraviolets à l'époque de l'année où ils sont le plus nécessaires pour faciliter la production de vitamine D. Contrairement à eux, cependant, nous ne constatons pas une atténuation par le carbone noir suffisamment importante pour compenser l'augmentation du rayonnement ultraviolet imputable à la perte d'ozone.

Les calculs présentés à la figure 9 incluent l'absorption des rayons ultraviolets par le carbone noir, mais non leur diffusion, qui constitue une source supplémentaire d'incertitude. Nous avons effectué un test de sensibilité à 305 nm en utilisant un albédo nominal de diffusion unique de 0,31 pour une couche de suie d'un kilomètre de profondeur centrée sur 27 kilomètres et une colonne totale d'ozone de 200 DU. Selon nos calculs, la diffusion du carbone noir entraîne de faibles réductions de l'irradiation par rayonnement ultraviolet au sol, allant de 4 % pour un soleil à la verticale et une profondeur optique de suie de 0,05 à 12 % pour un angle solaire zénithal θ de 88° et une profondeur optique de suie de 0,1. La diffusion ne compenserait donc que de façon très marginale les augmentations de 30 à 100 % de l'irradiation par rayonnement ultraviolet que nous obtenons pour la saison d'été hors des tropiques.

3.7. Effets sur la végétation et l'agriculture

La forte augmentation des rayons ultraviolets faisant suite à un conflit nucléaire régional serait accompagnée par les températures moyennes de surface les plus froides des 1000 dernières années (Mann *et al.*, 1999). La baisse des températures moyennes mondiales de surface serait de l'ordre de 1,5 K (figure 3c), mais de vastes régions habitées des masses terrestres continentales subiraient un refroidissement nettement plus important, comme le montre la figure 10. En Afrique australe et en Amérique du Sud, les hivers (juin, juillet et août) seraient jusqu'à 2,5 K plus froids en moyenne pendant 5 ans que dans la séquence de contrôle pendant les mêmes années (années 2 à 6). La majeure partie de l'Amérique du Nord, de l'Asie, de l'Europe et du Moyen-Orient subirait des hivers (décembre, janvier et février) de 2,5 à 6 K plus froids et des étés (juin, juillet et août) de 1 à 4 K plus froids que l'ensemble de contrôle.

De même, la chute mondiale moyenne des précipitations, qui dure tout au long des années 2 à 6 (figure 3d), se traduit par un assèchement régional plus marqué (figure 11). Elle se manifeste

avec le plus de force dans les régions d'Asie concernées par les moussons, parmi lesquelles le Moyen-Orient, le sous-continent indien et l'Asie du Sud-Est. Une baisse généralisée des précipitations de 0,5 à 1,5 mm/jour conduirait à une chute de 20 à 80 % des précipitations annuelles. De même, d'importantes baisses relatives des précipitations seraient observées dans la région de l'Amazonie en Amérique du Sud, ainsi qu'en Afrique australe. Le Sud-ouest américain et l'Australie occidentale seraient 20 à 60 % plus secs. Selon *Robock et al.* (2007b), la région du Sahel devrait être globalement plus humide en raison d'une circulation de Hadley plus faible. Comme nous, *Stenke et al.* (2013) ne concluent pas à pareille hausse des précipitations, malgré une certaine hausse à proximité du Maroc.

Suite à *Robock et al.* (2007b), nous avons calculé les changements affectant la saison de culture sans gel, définie par le nombre de jours consécutifs sur une période d'une année pendant lesquels les températures minimales sont supérieures à 0°C (figure 12).

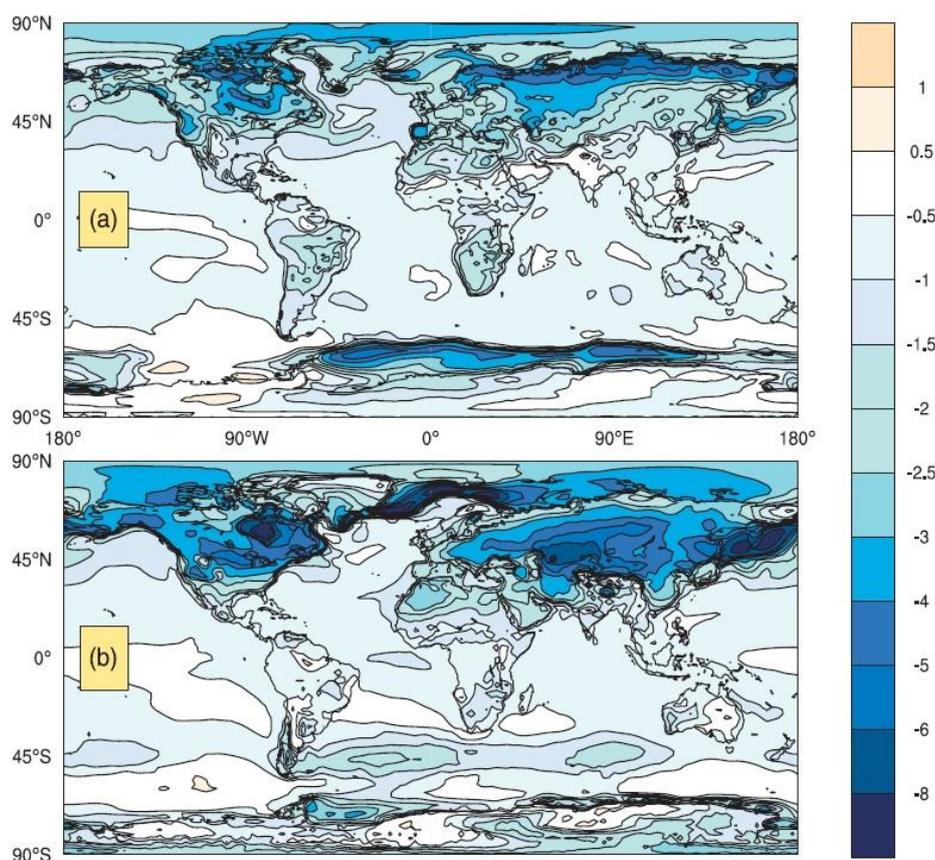


Figure 10. Evolution des températures de surface (en K) pour les périodes de a) juin à août et b) décembre à février. Les valeurs correspondent à des moyennes d'ensemble saisonnières sur 5 ans pour les années 2 à 6 (ensemble expérimental moins ensemble de contrôle).

Les températures de surface moyennes mondiales continuant, selon nos calculs, de diminuer jusqu'à l'année 6, nous présentons l'évolution moyenne pour la saison de culture sur la période des années 2 à 6. La réduction de la durée moyenne de la saison de culture peut atteindre jusqu'à 40 jours dans l'ensemble des régions agricoles de la planète au cours des cinq années considérées. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par *Robock et al.* (2007b) pour la première année de leur étude, avec cependant des écarts importants dans certaines régions. Nous obtenons en effet des baisses plus importantes qu'eux en Russie, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient et dans l'Himalaya, et que des effets plus limités dans le Midwest américain et en Amérique du Sud.

La composante terrestre du modèle CESM1(WACCM) est le CLM4CN, qui est un modèle complet de cycle de carbone terrestre (Lawrence et al., 2011). CLM4CN a une fonction

pronostique pour ce qui est des variables d'état du carbone et de l'azote dans la végétation, les déchets et les matières organiques des sols. Le carbone présent dans la végétation est affecté par la température, les précipitations, le rayonnement solaire (et sa séparation en rayonnement direct et diffus), l'humidité, l'humidité des sols et l'azote disponible, entre autres facteurs. Nous calculons une perte moyenne de 11 Pg de carbone issu de la végétation (2 % du total), ce qui correspond à une augmentation du CO₂ atmosphérique d'environ 5 ppmv (5×10^{-6} molécules/molécules d'air). Nous notons également une augmentation importante (42 à 46 %) de la perte de carbone en raison d'incendies en Amazonie au cours des 8 premières années dans deux des trois séquences de notre ensemble expérimental à 50 nm. La troisième séquence montre une perte de carbone due aux incendies en Amazonie 13 % plus élevée que la moyenne de l'ensemble de contrôle, mais encore située dans les limites de variabilité dudit ensemble. Nos séquences ne tiennent pas compte des effets atmosphériques des émissions de CO₂ ou de fumées issues de la composante terrestre ; toutefois, les fumées dégagées par les incendies en Amazonie seraient une conséquence positive qui accentuerait le refroidissement que nous avons constaté.

4. Discussion

Pierazzo et al. (2010) ont analysé une série de travaux portant sur les effets que des augmentations importantes et prolongées du rayonnement UV-B, similaires à celles que nous avons calculées, produiraient sur des organismes vivants, et notamment sur l'agriculture et les écosystèmes marins. On constate ainsi, parmi les effets d'ordre général sur les plantes terrestres, une diminution de la hauteur, de la masse de pousses et du feuillage (*Caldwell et al.*, 2007). *Walbot* (1999) a conclu que les dommages causés à l'ADN des cultures de maïs par un appauvrissement en ozone de 33 % s'accumuleraient proportionnellement au temps d'exposition, se transmettaient de génération en génération et perturbaient les lignées génétiques. En l'état actuel de la recherche, il semble que l'exposition au rayonnement UVB risque d'accroître la vulnérabilité des plantes aux attaques des insectes, de modifier le cycle des éléments nutritifs dans les sols (dont la fixation de l'azote par les cyanobactéries) et de modifier les équilibres de compétition parmi les espèces (*Caldwell et al.*, 1998 ; *Solheim et al.*, 2002 ; *Mpoloka*, 2008).

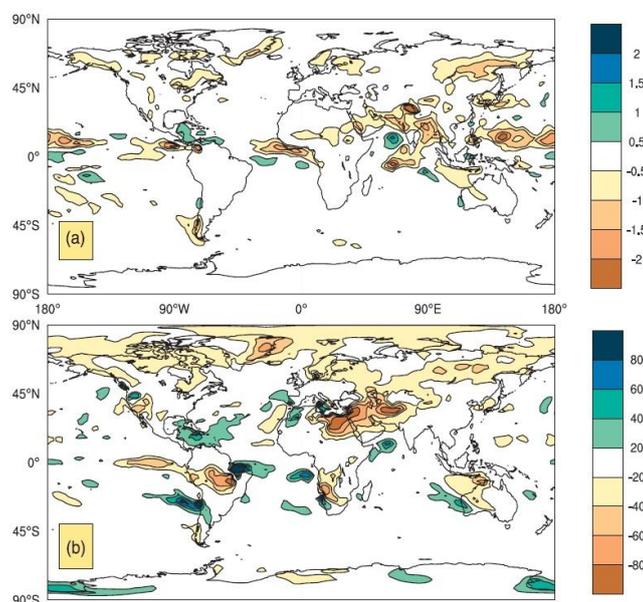


Figure 11. Evolution des précipitations de surface *a*) absolues (en mm/jour) et *b*) relatives (en %). Les valeurs correspondent à des moyennes d'ensemble saisonnières sur 5 ans pour les mois de juin à août des années 2 à 6 (ensemble expérimental moins ensemble de contrôle).

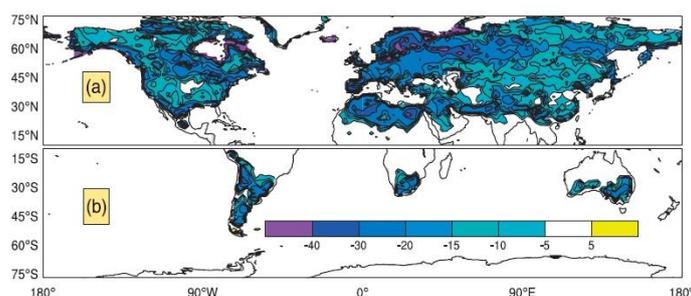


Figure 12. Evolution de la saison de culture sans gel en nombre de jours pour a) janvier à décembre dans l'hémisphère nord et b) juillet à juin dans l'hémisphère sud. Les valeurs correspondent à des moyennes d'ensemble saisonnières sur 5 ans pour les années 2 à 6 (ensemble expérimental moins ensemble de contrôle).

L'appauvrissement en ozone que nous obtenons pourrait aussi endommager les écosystèmes aquatiques, qui fournissent plus de 30 % des protéines animales consommées par l'homme. Häder *et al.* (1995) estiment qu'un appauvrissement en ozone de 16 % pourrait entraîner une réduction de 5 % du phytoplancton, élément fondamental de la chaîne alimentaire marine et, partant, une perte de 7 millions de tonnes de poissons pêchés par an. Les auteurs précisent en outre que l'augmentation du rayonnement ultraviolet est préjudiciable aux stades précoces de développement des poissons, des crevettes, des crabes, des amphibiens et d'autres animaux. Les effets combinés de cette seule augmentation sur l'agriculture terrestre et les écosystèmes marins pourraient mettre sérieusement à mal la sécurité alimentaire mondiale.

La perte d'ozone subsisterait pendant une décennie, parallèlement à une réduction de la durée des saisons de culture en raison de gelées meurtrières et à une modification des régimes régionaux des précipitations. Plusieurs années de gelées meurtrières, une baisse de précipitations pourtant nécessaires et une intensification prolongée du rayonnement ultraviolet, ajoutées aux conséquences des modifications de températures et de salinité pour les pêches, pourraient compromettre gravement l'approvisionnement alimentaire dans de nombreuses régions du monde. Ainsi que l'a démontré la crise du riz que le monde a connue entre janvier et mai 2008, une pression même faible sur les prix alimentaires peut être amplifiée par des réactions politiques, telles que les restrictions exceptionnelles d'exportations alimentaires mises en place par l'Inde et le Vietnam, suivis par l'Egypte, le Pakistan et le Brésil, qui ont entraîné de graves pénuries aux Philippines, en Afrique et en Amérique latine (Slayton, 2009). Il est donc concevable que les tensions auxquelles serait soumis l'approvisionnement alimentaire mondial après un conflit nucléaire régional puissent, directement ou suite à un effet de panique, compromettre de façon significative la sécurité alimentaire, voire provoquer une famine nucléaire planétaire.

Remerciements

Nous tenons à remercier Luke Oman et Andrea Stenke de nous avoir fourni les données issues de leurs simulations. Nous tenons également à remercier Jean-François Lamarque, Ryan Neely, Charles Bardeen, Andrew Gettelman, Anja Schmidt, un lecteur anonyme et le réviseur associé pour leurs apports constructifs à la rédaction du présent article. Les simulations réalisées dans le cadre de ces travaux ont été effectuées au sein du pôle High End Computing Capability's Pleiades de la NASA, le temps machine ayant bénéficié de la subvention n° NNX09AK71G de la NASA. Alan Robock est le lauréat d'une bourse NSF n° AGS-1157525. Le National Center for Atmospheric Research (NCAR), bénéficie du soutien de la National Science Foundation des Etats-Unis. Le projet CESM bénéficie du soutien de la National Science Foundation et de l'Office of Science (BER) du U.S. Department of Energy. Les ressources informatiques nécessaires aux simulations CESM CMIP5 ont été fournies par le laboratoire de simulation du climat (Climate Simulation Laboratory) au sein du laboratoire des systèmes computationnels et d'information (Computational and Information Systems Laboratory, ou CISL) du NCAR, avec le soutien de la National Science Foundation et d'autres organismes.

5. Résumé

Nous présentons ici les premières simulations des effets chimie-climat des fumées dégagées par un conflit nucléaire, à l'aide d'un modèle de système terrestre qui inclut à la fois la chimie stratosphérique et les conséquences sur la circulation de la glace de mer et sur la circulation océanique profonde. Selon nos calculs, les effets sur le climat de surface dureraient beaucoup plus longtemps que ne le supposaient les précédentes études, en raison de plusieurs mécanismes de rétroaction. Premièrement, le carbone noir absorbe la lumière du Soleil, chauffant ainsi l'air ambiant, et s'élève jusqu'à la stratosphère supérieure, traitée avec une plus grande résolution verticale dans le modèle CESM1(WACCM) que dans le modèle utilisé par *Robock et al.* (2007b). Deuxièmement, le carbone noir s'étend à la planète entière, absorbant la lumière du soleil, ce qui réchauffe la stratosphère et refroidit la surface terrestre. Ceci a pour effet de réduire l'intensité de la circulation stratosphérique et d'augmenter la durée de vie du carbone noir dans la stratosphère. Troisièmement, la baisse des températures de surface refroidit de plus de 0,5 K les océans jusqu'à 100 mètres de profondeur pendant 12 ans et entraîne une augmentation des surfaces gelées, sur terre et en mer. Le refroidissement de surface subit donc une inertie, due à la fois à la masse thermique et à l'augmentation de l'albédo, repoussant d'au moins dix ans la remontée des températures de surface après celles du carbone noir. Selon nos calculs, les températures de surface restent donc inférieures à la fourchette de valeurs obtenue par l'ensemble de contrôle, y compris 26 ans après le conflit nucléaire.

L'augmentation moyenne mondiale de la température dans la stratosphère suite à l'injection de carbone noir dépasse initialement 70 K et se maintient au-dessus de 30 K pendant 5 ans, la remontée complète des températures prenant 20 ans. Comme dans les études antérieures, une telle hausse de la température entraîne une perte mondiale d'ozone à une échelle jamais observée, attribuable à plusieurs mécanismes chimiques. L'intensification du rayonnement ultraviolet à la surface qui en résulte serait directement préjudiciable à la santé humaine et endommagerait les cultures agricoles, ainsi que les écosystèmes sur terre et dans les océans.

Nos résultats mettent en évidence certains des graves effets qui suivraient l'emploi de seulement 100 armes nucléaires de faible puissance contre des mégapoles modernes. Or les Etats-Unis, la Russie, le Royaume-Uni, la Chine et la France possèdent chacun des stocks d'armes nucléaires bien plus puissantes, à côté desquelles les 100 armes envisagées ici font pâle figure (*Robock et al.*, 2007a ; *Toon et al.*, 2007). Connaître le danger auquel un nombre même faible d'armes nucléaires expose l'humanité et les autres formes de vie sur Terre devrait permettre aux sociétés de mieux comprendre l'impérieuse nécessité d'éliminer pareil danger dans le monde entier.

ANNEXE 10

COMMISSION DE LA DÉFENSE DE LA CHAMBRE DES COMMUNES, «THE FUTURE OF
THE UK'S NUCLEAR DETERRENT : THE WHITE PAPER»
CHAMBRE DES COMMUNES 225-1, VOL. I, CHAP. 2 [EXTRAIT]

2. La force de dissuasion nucléaire du Royaume-Uni

Tableau 1 : Composantes de l'arsenal actuel

Plate-forme	Quatre sous-marins nucléaires lanceurs d'engins de classe Vanguard (construits au Royaume-Uni)
Missiles	Chaque sous-marin peut transporter jusqu'à quinze missiles intercontinentaux Trident D5 (fournis par les Etats-Unis).
Ogives	Chaque missile peut porter douze ogives nucléaires (fabriquées au Royaume-Uni) mais, depuis 1998, ce nombre a été limité à trois et leur nombre total par sous-marin, à 48.
Infrastructure terrestre	Les sous-marins Vanguard mouillent à la base navale royale de Clyde, à Faslane. Les ogives nucléaires sont montées sur les missiles au dépôt d'armement de la Royal Navy à Coulport (qui fait partie de la base de Clyde).
Production et entretien des ogives	Les ogives nucléaires sont fabriquées par l'Atomic Weapons Establishment (AWE) à Aldermaston et Burghfield, dans le comté du Berkshire.
Base industrielle	Les sous-marins Vanguard ont été conçus et construits par BAE Systems Submarines à Barrow-in-Furness, dans le comté de Cumbria. La remise en état et l'entretien sont effectués par Devonport Management Limited à Devonport, Plymouth. Les dispositifs de production de vapeur des sous-marins, y compris les réacteurs nucléaires, sont fabriqués par Rolls-Royce à Raynesway, dans le comté du Derbyshire. La production repose sur une vaste chaîne d'approvisionnement.

Composantes de la force de dissuasion nucléaire du Royaume-Uni

8. Fondée sur le système Trident, la force de dissuasion nucléaire britannique consiste dans un arsenal stratégique de troisième génération mis au point pendant la dernière décennie de la guerre froide, dont la mise en service s'est étalée sur une période de six ans à partir de décembre 1994. Il s'agit de l'unique système d'armement nucléaire dont dispose aujourd'hui le Royaume-Uni, qui s'est défait, dans les années 1990, de ses missiles terrestres Lance et de ses bombes nucléaires aéroportées à gravitation WE 177.

9. Le système repose sur trois composantes techniques :

- les quatre sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) de classe Vanguard (*HMS Vanguard*, *HMS Victorious*, *HMS Vigilant* et *HMS Vengeance*), conçus et construits au Royaume-Uni par Vickers Shipbuilding and Engineering Ltd. (VSEL), désormais dénommée BAE Systems, à Barrow-in-Furness, dans le comté de Cumbria ;
- le missile balistique intercontinental lancé par sous-marin Trident D5, fabriqué aux Etats-Unis par Lockheed Martin. Le contrat de vente relatif au système Polaris (modifié pour le dispositif Trident) confère au Royaume-Uni des droits sur 58 missiles, dont huit ont déjà été mis à l'essai. Les missiles qui ne sont pas déployés actuellement se trouvent dans un bassin commun du centre américain des armes stratégiques de King's Bay, en Géorgie (Etats-Unis) ;
- les ogives nucléaires, conçues et fabriquées au Royaume-Uni par l'AWE à Aldermaston et Burghfield, dans le comté du Berkshire. Chaque missile peut porter douze ogives, mais, depuis la *Strategic Defence Review* («SDR») de 1998, ce nombre a été limité à trois (et le nombre total d'ogives par sous-marin, à 48).

10. La flotte de sous-marins est appuyée par une vaste infrastructure terrestre, décrite de manière détaillée dans notre second rapport⁴.

Etat opérationnel de la force de dissuasion nucléaire britannique

11. Dans la SDR de 1998, il était indiqué que le Royaume-Uni continuerait à mener des patrouilles de dissuasion permanente en mer, ce qui signifie que, en tout temps, l'un de ses quatre sous-marins de classe Vanguard se trouve en mer. La SDR précisait que cette présence permanente avait pour objet d'«éviter les malentendus ou l'escalade dans l'hypothèse où un sous-marin Trident serait amené à prendre la mer en période de crise»⁵. En veillant à ce qu'un de ses sous-marins soit en patrouille en tout temps, le Royaume-Uni cherche à éviter que sa présence soit mal interprétée par un adversaire éventuel en situation d'alerte renforcée. Dans notre premier rapport sur l'avenir de la force nucléaire stratégique britannique, nous avons indiqué que, si le ministère de la défense estimait qu'il y avait lieu de conserver ce système de patrouilles continues en mer, il lui faudrait prolonger la durée de vie des sous-marins de classe Vanguard ou faire en sorte qu'une nouvelle plate-forme soit mise en service vers 2020 au plus tard. La question du maintien d'une dissuasion permanente est au cœur du débat concernant l'échéancier des décisions relatives à l'avenir de la force de dissuasion nucléaire du Royaume-Uni.

12. Selon le ministère de la défense, une flotte de quatre bâtiments est normalement nécessaire pour garantir une présence permanente en mer. En effet, pendant qu'un sous-marin patrouille, le deuxième est en phase de remise en état ou sur le point d'y entrer ou d'en sortir et d'être remis en service, le troisième est en phase d'entretien entre deux patrouilles et le quatrième s'appête à commencer sa patrouille ou en revient. Lorsque le *Vanguard* aura atteint sa fin de vie, la dernière remise en état aura été terminée, de sorte que ce n'est qu'en 2024, lorsque le *Victorious* sera mis au rebut, que le régime de présence continue en mer pourrait, selon le ministère de la défense, ne plus être assuré.

⁴ HC [Chambre des Communes], 2006-2007, vol. 59, par. 12-21.

⁵ Cm 3999, p. 19.

ANNEXE 11

HOUSE OF COMMONS DEFENCE COMMITTEE, SESSION 2005-06, EIGHTH REPORT, PARA. 21

[WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM200506/CMSELECT/CMDFENCE/986/986.PDF](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200506/cmselect/cmdfence/986/986.pdf)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 12

**J. AINSLIE, "UNITED KINGDOM" IN ASSURING DESTRUCTION FOREVER: NUCLEAR WEAPON
MODERNIZATION AROUND THE WORLD, REACHING CRITICAL WILL, 2012, P. 68. AVAILABLE
ONLINE AT**

**[HTTP://WWW.REACHINGCRITICALWILL.ORG/IMAGES/DOCUMENTS/PUBLICATIONS/MODERNIZ
ATION/ASSURINGDESTRUCTION-FOREVER.PDF](http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/publications/modernization/assuringdestruction-forever.pdf)**

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 13

THE STRATEGIC DEFENCE REVIEW, PUBLISHED ON 8 JULY 1998 CM 3999

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 14

MINISTRY OF DEFENCE, STATEMENT ON THE DEFENCE ESTIMATES 1995, CM 2800

(HMSO: LONDON, 1995),

**[HTTPS://WWW.GOV.UK/GOVERNMENT/UPLOADS/SYSTEM/UPLOADS/ATTACHMENT_DATA/FILE/
273324/2800.PDF](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/273324/2800.pdf)**

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 15

**THE STRATEGIC DEFENCE AND SECURITY REVIEW, PUBLISHED ON 19 OCTOBER 2010 CM7948,
[HTTPS://WWW.GOV.UK/GOVERNMENT/UPLOADS/SYSTEM/UPLOADS/ATTACHMENT_DATA/FILE/
62482/STRATEGIC-DEFENCE-SECURITY-REVIEW.PDF](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/62482/strategic-defence-security-review.pdf)**

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 16

INSTITUT INTERNATIONAL DE RECHERCHES POUR LA PAIX DE STOCKHOLM (SIPRI)

[HTTP://WWW.SIPRI.ORG/RESEARCH/ARMAMENTS/NUCLEAR-FORCES](http://www.sipri.org/research/armaments/nuclear-forces)

.....

L'ensemble des stocks est en voie de diminution, essentiellement parce que les Etats-Unis d'Amérique et la Russie continuent de réduire leurs arsenaux nucléaires par suite du traité sur des mesures visant de nouvelles réductions et limitations des armements stratégiques offensifs (ci-après le «Nouveau START») et en raison de réductions unilatérales. Le rythme des réductions semble cependant s'essouffler si on le compare à celui d'il y a dix ans. Parallèlement, tous les Etats dotés d'armes nucléaires s'emploient à moderniser les forces dont ils disposent encore en la matière et paraissent déterminés à conserver, du moins dans un avenir prévisible, des arsenaux nucléaires d'une certaine ampleur.

Les Etats-Unis d'Amérique et la Russie continuent de réduire leurs arsenaux, mais à un rythme plus lent qu'il y a dix ans, et ont entrepris des programmes de modernisation ambitieux concernant les systèmes de lancement, les ogives nucléaires et les centres de production d'armes de ce type qu'ils possèdent encore. Les puissances nucléaires de moindre importance ont des arsenaux considérablement plus modestes, mais tous sont en train de mettre au point ou de déployer de nouvelles armes, ou ont annoncé leur intention de le faire.

Les informations fiables sur l'état des arsenaux et des capacités des puissances nucléaires varient considérablement. Les Etats-Unis d'Amérique ont rendu publiques des informations importantes sur leurs stocks et leurs forces, et le Royaume-Uni et la France ont fait de même dans une certaine mesure. La Russie refuse de communiquer les détails de la liquidation de ses forces au titre du traité Nouveau START (même si elle partage ces informations avec les Etats-Unis), et le Gouvernement américain a cessé de publier des informations détaillées concernant les forces nucléaires russes et chinoises.

La Chine, l'Inde et le Pakistan sont les seules puissances nucléaires qui sont en train d'accroître leurs arsenaux ; Israël semble pour sa part attendre de voir l'évolution de la situation en Iran. Par ailleurs, les experts s'accordent de plus en plus à dire que la Corée du Nord a produit, en petit nombre, des armes nucléaires autres que des engins explosifs nucléaires rudimentaires.

Forces nucléaires mondiales, janvier 2014

(Tous les chiffres sont approximatifs.)

Pays	Année du premier essai nucléaire	Ogives déployées	Autres ogives	Total des stocks
Etats-Unis	1945	1920	5380	7300
Russie	1949	1600	6400	8000
Royaume-Uni	1952	160	65	225

France	1960	290	10	300
Chine	1964		250	250
Inde	1974		90-110	90-110
Pakistan	1998		100-120	100-120

.....

ANNEXE 17

HANSARD, HC, 20 JANUARY 2015, COL. 4WS (HCWS210),

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM201415/CMHANSRD/CM150120/WMSTEXT/150120M0001.HTM#15012039000023](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmhansrd/cm150120/wmstext/150120m0001.htm#15012039000023)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 18

HANSARD, HC DEB, 20 JANUARY 2015, COL. 105,

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM201415/CMHANSRD/CM150120/DEBTEXT/150120-0002.HTM](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmhansrd/cm150120/debtext/150120-0002.htm)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 19

HANSARD, HC DEB, 18 OCTOBER 1993, COL. 34,

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM199293/CMHANSRD/1993-10-18/DEBATE-2.HT](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm199293/cmhansrd/1993-10-18/debate-2.ht)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 20

TEXT OF LETTERS EXCHANGED BETWEEN THE PRIME MINISTER AND THE PRESIDENT OF THE UNITED STATES AND BETWEEN THE SECRETARY OF STATE FOR DEFENCE AND THE US SECRETARY OF DEFENSE. THE LETTERS ARE REPRODUCED IN 'POLARIS SALES AGREEMENT BETWEEN THE UNITED STATES AND THE UNITED KINGDOM' SIGNED IN WASHINGTON ON 6 APRIL 1963,

WWW.NUCLEARINFO.ORG/SITES/DEFAULT/FILES/POLARIS%20SALES%20AGREEMENT%201963.PDF

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 21

«LE CONCEPT STRATÉGIQUE DE L'ALLIANCE», COMMUNIQUÉ
DE PRESSE NAC-S(99)65, 24 AVRIL 1999

[WWW.NATO.INT/CPS/EN/NATOLIVE/OFFICIAL TEXTS 27433.HTM](http://WWW.NATO.INT/CPS/EN/NATOLIVE/OFFICIAL_TEXTS_27433.HTM)

-
- d) que, d'une manière générale, l'Alliance devra, à la fois à court terme et à long terme, et pour la gamme complète de ses missions, posséder des capacités opérationnelles essentielles telles qu'un potentiel efficace de prise à partie, la faculté de déploiement et la mobilité ; la surviabilité des forces et de l'infrastructure ; et la soutenabilité, ce qui inclut la logistique et la rotation des forces. Pour développer ces capacités au maximum en vue d'opérations multinationales, il sera important d'assurer l'interopérabilité, y compris sur le plan humain, d'utiliser une technologie avancée appropriée, de maintenir la supériorité en matière d'information dans des opérations militaires, et de disposer d'un personnel polyvalent hautement qualifié. L'existence de capacités suffisantes dans les domaines du commandement, du contrôle et des communications ainsi que du renseignement et de la surveillance contribuera à l'efficacité des forces ;
 - e) que, à tout moment, une proportion limitée mais militairement significative de forces terrestres, aériennes et navales seront capables de réagir avec la rapidité nécessaire à une large gamme de situations, y compris une attaque sur court préavis contre un Allié quelconque. Davantage d'éléments de forces seront disponibles à des niveaux appropriés de préparation pour soutenir des opérations prolongées, à l'intérieur ou à l'extérieur du territoire de l'Alliance, y compris par la rotation de forces déployées. Ensemble, ces forces devront également être d'un niveau qualitatif et quantitatif ainsi que d'un niveau de préparation suffisants pour contribuer à la dissuasion et pour assurer une défense contre des attaques limitées visant l'Alliance ;
 - f) que l'Alliance doit être capable d'aligner des forces plus importantes, à la fois pour répondre à des changements fondamentaux dans l'environnement de sécurité et pour faire face à des besoins limités, par le renforcement, par la mobilisation de réserves, ou par la reconstitution de forces, quand ce sera nécessaire. Cette capacité doit être proportionnelle aux menaces potentielles pour la sécurité de l'Alliance, y compris les développements potentiels à long terme. Elle doit tenir compte de la possibilité d'améliorations substantielles dans la préparation et les capacités de forces militaires présentes à la périphérie de l'Alliance. Les capacités de renforcement et de réapprovisionnement en temps voulu, à la fois en Europe et en Amérique du Nord et à partir de celles-ci, resteront d'une importance primordiale, d'où la nécessité d'un haut degré de déployabilité, de mobilité et de flexibilité ;
 - g) que des structures de forces et des procédures appropriées, y compris celles qui permettraient d'augmenter, de déployer et de réduire des forces de façon rapide et sélective, sont nécessaires pour assurer des réponses mesurées, souples et intervenant en temps voulu afin de réduire et désamorcer les tensions. Ces dispositions doivent être régulièrement mises à l'épreuve lors d'exercices en temps de paix ;
 - h) que le dispositif de défense de l'Alliance doit être capable de faire face de façon appropriée et efficace aux risques liés à la prolifération des armes NBC et de leurs vecteurs, qui représentent également une menace potentielle pour les populations, le territoire et les forces des Alliés. Une combinaison d'équilibre de forces, de capacités de réponse et de défenses renforcés est nécessaire ;

- i) que les forces et l'infrastructure de l'Alliance doivent être protégées contre des attaques terroristes.
-

ANNEXE 22

HANSARD, HC, 22 MAY 2006, COL. 1331W,

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM200506/CMHANSRD/VO060522/TEXT/60522W0014.HTM#06052325000141](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200506/cmhansrd/vo060522/text/60522w0014.htm#06052325000141)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 23

HANSARD, DÉBAT À LA CHAMBRE DES COMMUNES,
4 DÉCEMBRE 1997, COL. 576-577
[EXTRAITS]

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM199798/CMHANSRD/VO971204/DEBTEXT/71204-27.HTM](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm199798/cmhansrd/vo971204/debtext/71204-27.htm)

Le 4 décembre 1997, colonne 576.

A un niveau plus spécifique, les accords de limitation des armements contribuent manifestement à rendre beaucoup plus difficiles la prolifération des armes et sa dissimulation. Nous nous réjouissons de l'accord conclu cette année, qui donne davantage de pouvoirs à l'Agence internationale de l'énergie atomique, dans le cadre du programme appelé «93 + 2», et qui permettra effectivement de combler les lacunes dont s'est servi Saddam Hussein pour cacher son programme nucléaire et réduira les possibilités de récurrence de sa part ou de celle de l'un quelconque de ses successeurs. Nous œuvrons à la mise en application rapide de cet accord.

Le régime de contrôle de la technologie des missiles, auquel a fait référence le député, le traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, ainsi que les conventions sur les armes chimiques et sur les armes biologiques, ont tous un rôle à jouer. Et nous avons intérêt à faire en sorte que ces accords reçoivent le plus large soutien possible et à nous employer à renforcer les moyens disponibles pour en surveiller, contrôler et vérifier l'application.

Nous entendons mettre à profit la présidence de l'Union européenne qu'il nous revient d'assumer l'an prochain pour hâter la réalisation de progrès, surtout s'agissant des accords en matière de vérification dans le cadre de la convention sur les armes biologiques. Ce serait être optimiste que d'imaginer que le contrôle des armements fera disparaître totalement le problème, mais il placera des obstacles supplémentaires sur la route de ceux qui entendraient faire proliférer de telles armes.

Le député n'est pas sans savoir que, en ce qui concerne pareilles armes, le renseignement a un rôle crucial à jouer. La Chambre ne saurait s'attendre à ce que j'entre dans les détails à cet égard, mais, comme le veut le proverbe qui dit qu'un homme averti en vaut deux, il est essentiel que nous réunissions autant d'informations que possible sur les activités de prolifération et, en particulier, sur les intentions nourries par d'éventuels ennemis et les moyens dont ils disposent. S'il existe la moindre possibilité que les forces armées britanniques aient à se déployer à l'avenir dans une région donnée pour défendre nos intérêts nationaux ou maintenir la paix et la sécurité internationales, il nous faut appréhender au mieux les menaces auxquelles elles pourraient être exposées.

Nous devons cependant admettre que nous ne pourrions jamais être certains de tout savoir. Et nous devons prendre en compte cette incertitude inéluctable dans la manière dont nous envisageons cette question.

Si nous possédons effectivement des renseignements fiables concernant les moyens et les intentions de nos adversaires, le recours à des mesures de contre-force pour attaquer les installations de l'agresseur avant que celui-ci ne puisse s'en servir peut constituer une forme complémentaire de réponse. L'évolution de la précision en matière d'armes guidées et utilisables à distance de sécurité peut faire des mesures de contre-force une solution de plus en plus viable.

Nous disposons par ailleurs d'un atout exceptionnel dans nos forces spéciales. Toutefois, les mesures de contre-force ne peuvent évidemment être appliquées que si l'on connaît préalablement

les intentions de l'agresseur et si l'on dispose d'informations solides en ce qui concerne la cible visée.

Il ne faut pas minimiser le rôle joué par la dissuasion, auquel le député a fait référence. Même si un agresseur potentiel parvenait à mettre au point des missiles d'une portée suffisante pour atteindre le Royaume-Uni ainsi que des ogives nucléaires, biologiques ou chimiques pouvant être lancées grâce à ces missiles, il lui faudrait encore envisager — il aurait en tout cas intérêt à le faire — les conséquences qu'une telle attaque pourraient avoir.

On a parfois tendance à supposer que la notion de dissuasion ne présente d'intérêt que dans le contexte transatlantique et échappe à l'entendement des régimes dictatoriaux en dehors de l'Europe. Il serait sage de s'abstenir de telles suppositions.

.....

4 décembre 1997, colonne 577

Il semble peu probable qu'un dictateur désireux d'attaquer un autre pays avec des armes de destruction massive puisse croire sérieusement que celui-ci ne réplique pas avec toute la puissance dont il dispose. Tout Etat qui envisage de lancer pareille attaque à l'encontre d'un membre de l'OTAN devrait en peser très sérieusement les conséquences.

Nous devons cependant prendre conscience de la possibilité que pareille dissuasion n'ait pas la même valeur dans toutes les cas. Par conséquent, nous devons être en mesure de fournir la protection nécessaire à nos forces déployées sur le terrain, au cas où ni les mesures de dissuasion ni celles de contre-force ne pourraient nous servir à contrer la menace. Cette protection pourrait comprendre des mesures de défense actives et passives. La défense active, comme le député n'est pas sans le savoir, vise généralement les systèmes de défense anti-missiles, tels que le système Patriot et divers autres en cours de mise au point aux Etats-Unis d'Amérique, ainsi que les moyens d'alerte rapide, de commandement, de contrôle et de communication nécessaires.

Nous maintenons à cet égard avec nos alliés américains des liens étroits et même très étroits en réalité. Le député n'imagine peut-être pas combien ces liens sont serrés. Si je ne m'adressais pas à la Chambre en cet instant sur ce sujet essentiel, je serais en train de dîner avec notre Secrétaire d'Etat et le ministre de la défense des Etats-Unis d'Amérique. Le Gouvernement britannique entend continuer d'entretenir de tels liens avec nos alliés américains ; nous avons également participé pleinement aux discussions qui se sont tenues au sein de l'OTAN et comptons poursuivre dans cette voie.

Au niveau national, un consortium dirigé par British Aerospace a procédé à une étude préalable de faisabilité dans laquelle ont été examinées les diverses possibilités techniques dont nous pourrions disposer dans les années à venir. Même si l'étude reste confidentielle, j'ai le plaisir d'annoncer que mes services travaillent à produire une version publique d'un rapport sur la méthodologie appliquée au programme plus large dont ladite étude de faisabilité a constitué l'élément le plus important, ainsi que les conclusions tirées. Ce travail s'inscrit dans le contexte de l'étude de la question dans le cadre de l'examen de défense stratégique.

Il existe à cet égard une continuité dans les prévisions et la finalité qui ne correspond pas aux informations erronées sur lesquelles le député a fondé une partie de son discours.

ANNEXE 24

STRATEGIC DEFENCE REVIEW, NEW CHAPTER, 18 JULY 2002, VOL.1, PARA. 22,

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM200203/CMSELECT/CMDFENCE/93/93.PDF](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200203/cmselect/cmdfence/93/93.pdf)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 25

THE FUTURE OF THE UK'S NUCLEAR DETERRENT : THE WHITE PAPER NEUVIÈME RAPPORT DE LA SESSION 2006-2007 [EXTRAIT]

[HTTPS://WWW.GOV.UK/GOVERNMENT/PUBLICATIONS/THE-FUTURE-OF-THE-UNITED-KINGDOMS-NUCLEAR-DETERRENT-DEFENCE-WHITE-PAPER-2006-CM-6994](https://www.gov.uk/government/publications/the-future-of-the-united-kingdoms-nuclear-deterrent-defence-white-paper-2006-cm-6994)

3.8. A l'heure actuelle, il ne se trouve aucun Etat qui ait à la fois l'intention de porter atteinte à nos intérêts vitaux et la capacité de le faire au moyen d'armes nucléaires. Mais cet état de choses ne garantit aucunement l'avenir. Les risques évoqués ci-dessus laissent appréhender la possibilité que, à une date future, l'intention malveillante et la capacité nucléaire soient funestement réunies. Sur le plan nucléaire, des risques sont à prévoir dans trois domaines précis :

Réapparition d'une menace nucléaire grave

3.9. Il n'est pas exclu de voir réapparaître, au cours des vingt ou cinquante années à venir, une menace nucléaire grave et directe contre le Royaume-Uni ou ses alliés de l'OTAN. Les intentions d'un Etat quant à l'utilisation ou à la menace d'utilisation de ses capacités nucléaires pourraient changer rapidement. Ainsi, il y a eu peu de signes avant-coureurs de l'éclatement de l'Union soviétique. Nous continuerons de nous employer, de concert avec nos alliés et partenaires, à renforcer la confiance et la sécurité, mais il est impossible d'écarter, entre 2020 et 2050, une dégradation de la situation internationale en matière de sécurité.

Nouvelles puissances nucléaires

3.10. Au cours des vingt à cinquante prochaines années, un ou plusieurs Etats pourraient se doter de capacités nucléaires moindres, mais présentant néanmoins une menace grave pour nos intérêts vitaux. Il nous faut empêcher que d'autres Etats s'en prennent à notre sécurité nationale ou entravent la prise, par le Royaume-Uni et la communauté internationale, des mesures qui s'imposent pour maintenir la sécurité à l'échelle régionale ou mondiale. Le maintien d'une force de dissuasion nucléaire protège le Royaume-Uni contre le chantage nucléaire ou une menace suffisamment grave pour mettre en péril nos intérêts vitaux et compromettre notre marge de manœuvre en matière de sécurité et de relations étrangères.

Terrorisme de source étatique

3.11. Il est bien connu que les terroristes internationaux cherchent à se procurer des armes radiologiques et il est à craindre qu'ils tentent à l'avenir d'acquérir des armes nucléaires. Bien que notre force de dissuasion nucléaire n'ait pas été conçue pour décourager les terroristes non étatiques, elle devrait néanmoins influencer sur la décision de tout Etat enclin à procurer de la technologie ou des armes nucléaires à des terroristes. Nous ne faisons aucune distinction quant à la manière dont un Etat choisit de lancer une tête nucléaire, que ce soit au moyen de missiles ou par l'entremise de terroristes à sa solde. L'Etat que nous tenons pour complice d'une attaque nucléaire contre nos intérêts vitaux peut s'attendre de notre part à la réponse qui s'impose.

3.12. En pareille circonstance, l'efficacité de notre force de dissuasion tient notamment à notre capacité de déterminer avec précision la provenance des matières entrant dans la composition de tout engin nucléaire. Nous entendons conserver et renforcer dans ce domaine, grâce à l'Atomic Weapons Establishment d'Aldermaston, notre position de chef de file mondial sur le plan scientifique, tout en continuant à contribuer au développement de l'expertise internationale.

Conclusions

3.13. Tant qu'il existera d'importants arsenaux nucléaires, nous estimons que, en raison du risque de prolifération des armes nucléaires associé à l'accroissement de l'instabilité et des tensions à l'échelle internationale, la présence d'une force de dissuasion nucléaire restera un élément essentiel à notre sécurité nationale jusque dans les années 2020 et au-delà. C'est pourquoi nous avons décidé d'affecter le minimum de crédits nécessaire au maintien de cette capacité durant cette période. Nous sommes d'avis que la dépense demeure justifiée.

ANNEXE 26

HOUSE OF COMMONS DEFENCE COMMITTEE, *THE FUTURE OF THE UK'S NUCLEAR*

***DETERRENT: THE WHITE PAPER*, NINTH REPORT OF SESSION 2006-07 VOL. I**

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM200607/CMSELECT/CMDFENCE/225/225I.P](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200607/cmselect/cmdfence/225/225i.p)
DF

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 27

HANSARD, HL, 7 JUNE 2010, COL. WA28,

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/LD201011/LDHANSRD/TEXT/100607W0004.H](http://www.publications.parliament.uk/pa/LD201011/LDHANSRD/TEXT/100607W0004.H)
TM#1006071000742

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 28

HC, 20 DECEMBER 2012, COL. 908W,

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM201213/CMHANSRD/CM121220/TEXT/121220W0002.HTM#12122061000114](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201213/cmhansrd/cm121220/text/121220w0002.htm#12122061000114)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 29

**PUBLIC EXPENDITURE STATISTICAL ANALYSIS 2011, DEPARTMENTAL BUDGETS, HM
TREASURY, TABLE 1.3A,**

AVAILABLE AT [HTTP://WWW.HM-TREASURY.GOV.UK/D/PESA_2011_CHAPTER1.PDF](http://www.hm-treasury.gov.uk/d/pesa_2011_chapter1.pdf)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 30

**UK NUCLEAR WEAPONS R&D SPENDING: ADDENDUM AAI TO OFFENSIVE INSECURITY,
FEBRUARY 2014,**

AVAILABLE AT [HTTP://WWW.SGR.ORG.UK/PUBLICATIONS/UK-NUCLEAR-WEAPONS-
RDSPENDING](http://www.sgr.org.uk/publications/uk-nuclear-weapons-rdspending)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 31

**MINISTRY OF DEFENCE (2011) INITIAL GATE PARLIAMENTARY REPORT (LONDON:MINISTRY OF
DEFENCE),**

[HTTPS://WWW.GOOGLE.NL/URL?SA=T&RCT=J&Q=&ESRC=S&SOURCE=WEB&CD=1&VED=0C
CEQFJAA&URL=HTTPS%3A%2F%2FWWW.GOV.UK%2FGOVERNMENT%2FUPLOADS%2FS
YSTEM%2FUPLOADS%2FATTACHMENT_DATA%2FFILE%2F27399%2FSUBMARINE_INITIAL
GATE.PDF&EI=BD4BVZnWOYb7PMCOgdGB&USQ=AFQjCNHLD_OML9ovvtYHGZu4
Hxt7H6-6G&SIG2=9DdXQlJRIKRUXK8S31-OBW&BVM=Bv.87920726,d.ZWU](https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCEQFJAA&url=https%3A%2F%2Fwww.gov.uk%2Fgovernment%2Fuploads%2Fsystem%2Fuploads%2Fattachment_data%2Ffile%2F27399%2Fsubmarine_initial_gate.pdf&ei=BD4BVZnWOYb7PMCOgdGB&usq=AFQjCNHLD_OML9ovvtYHGZu4_Hxt7H6-6G&sig2=9DdXQlJRIKRUXK8S31-OBW&bvm=Bv.87920726,d.ZWU)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 32

HANSARD, HC DEB, 14 MARCH 2007, COLS. 298-407,

**[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM200607/CMHANSRD/CM070314/DEBTEXT/
70314-0004.HTM#0703147500005](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200607/cmhansrd/cm070314/debtext/70314-0004.htm#0703147500005)**

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 33

BRIEFINGS ON NUCLEAR SECURITY, ‘TRIDENT: THE INITIAL GATE DECISION’,

**[HTTP://WWW.BRITISHPUGWASH.ORG/DOCUMENTS/BRIEFING%203%20-
%20INITIAL%20GATE.PDF](http://www.britishpugwash.org/documents/briefing%203%20-%20initial%20gate.pdf)**

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 34

**“THE UNITED KINGDOM’S FUTURE NUCLEAR DETERRENT: THE SUBMARINE INITIAL GATE
PARLIAMENTARY REPORT” (MAY 2011),**

**[HTTPS://WWW.GOV.UK/GOVERNMENT/UPLOADS/SYSTEM/UPLOADS/ATTACHMENT_DATA/FILE/
27399/SUBMARINE_INITIAL_GATE.PDF](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/27399/submarine_initial_gate.pdf)**

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 35

HANSARD, DÉBAT À LA CHAMBRE DES COMMUNES, 18 MAI 2011, COL. 352 [EXTRAITS]

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM201011/CMHANSRD/CM110518/DEBTEXT/110518-0001.HTM#11051871001523](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201011/cmhansrd/cm110518/DEBTEXT/110518-0001.htm#11051871001523)

En tant que ministre de la défense, je tiens à préciser clairement qu'une dissuasion nucléaire minimale, fondée sur le système de lancement de missiles Trident et sur une dissuasion permanente en mer, est une solution adaptée au Royaume-Uni et qu'il convient de la conserver, et telle demeure la politique du gouvernement. Mais, pour aider les libéraux-démocrates à plaider en faveur des autres possibilités, j'annonce également aujourd'hui le lancement d'une étude visant à examiner le coût, la faisabilité et la crédibilité d'autres systèmes et dispositifs. Elle sera menée par le secrétariat du Cabinet, sous la supervision du ministre des forces armées. Un exemplaire du cahier des charges de l'étude sera déposé à la bibliothèque de la Chambre des Communes.

Comme je l'ai dit, le Gouvernement a entériné la décision de principe concernant le prochain programme de dissuasion nucléaire. Nous avons maintenant trouvé un accord sur la conception d'ensemble du sous-marin, effectué certains choix à ce sujet — y compris en ce qui concerne le système de propulsion et le compartiment à missiles commun aux Etats-Unis et au Royaume-Uni — et établi le programme de travail dont nous avons besoin pour lancer la construction du premier exemplaire, après 2016. Nous sommes également convenus de la quantité de matériel et du nombre de pièces que nous devons acquérir avant de prendre la décision quant à l'investissement principal.

Nous nous attendons à ce que le coût de la prochaine phase des travaux s'élève à environ 3 milliards de livres sterling. C'est une somme importante, mais je suis sûr que chaque centime dépensé au nom des contribuables le sera à bon escient, car tous les aspects du programme ont été minutieusement examinés par les responsables du ministère de la défense, du Trésor et du secrétariat du Cabinet. Cette somme permettra de financer le programme dont nous avons besoin pour faire en sorte que les sous-marins soient mis en service à temps. Nous estimons globalement que cet élément du programme ne dépassera pas la fourchette des 11 à 14 milliards de livres sterling donnée à titre estimatif dans le livre blanc de 2006 ; bien entendu, ce coût établi selon les prix de 2006 ne tient pas compte de l'inflation. La fourchette actualisée va de 20 à 25 milliards de livres sterling à la production, mais il est important de reconnaître qu'aucun coût n'a augmenté au sein du programme depuis que la Chambre s'est pour la première fois penchée sur les conclusions du livre blanc.

Entre aujourd'hui et la décision finale, nous prévoyons de dépenser environ 15 % de la valeur totale du programme, ce qui est parfaitement conforme aux lignes directrices en matière d'achats pour la défense. Le coût des équipements ayant un long délai de livraison devrait s'élever à environ 500 millions de livres sterling, mais il est faux de dire que de grands pans du programme de construction auront été achevés au moment de la décision finale. Même si nous sommes en train de commander certains des composants spécialisés, un changement de stratégie reste possible jusqu'à ce que soit prise la décision finale en 2016.

ANNEXE 36

[HTTP://WWW.NUMBER10.GOV.UK/NEWS/UK-FRANCE-SUMMIT-PRESS-CONFERENCE](http://www.number10.gov.uk/news/uk-france-summit-press-conference)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 37

[HTTP://WWW.REACHINGCRITICALWILL.ORG/IMAGES/DOCUMENTS/DISARMAMENT-FORA/NPT/PREPCOM12/STATEMENTS/30APRIL_UK.PDF](http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/disarmament-fora/npt/prepcom12/statements/30april_uk.pdf) [EXTRAIT]

5. Le Royaume-Uni entend combler le fossé apparent et contribuer à promouvoir une compréhension commune des avantages qu'offre le TNP. Le succès commun de 2010 a montré que nous sommes sur la bonne voie et le Royaume-Uni est persuadé que nous devons continuer sur cette lancée jusqu'à la conférence d'examen de 2015.

6. Bien que considéré comme l'année «creuse» du cycle, 2011 n'en a pas moins été marqué par la seconde conférence P5 tenue à Paris, la conclusion d'un accord entre le P5 et l'ASEAN sur le protocole afférant au traité sur la zone exempte d'armes nucléaires d'Asie du Sud-Est, que nous examinerons plus avant au cours des deux semaines qui viennent, des progrès prometteurs concernant la conférence sur une zone exempte d'armes de destruction massive au Moyen-Orient, ainsi que la publication par l'AIEA d'un rapport crucial consacré aux dimensions militaires du programme nucléaire iranien.

7. Le présent comité préparatoire joue un rôle important dans la procédure, puisqu'il est le premier à intervenir au cours du cycle d'examen, mais nous devons également nous efforcer de faire fond sur le consensus de 2010 ainsi que les avancées favorables auxquelles nous avons assisté en 2011. Le Royaume-Uni considère donc ce premier comité préparatoire comme l'occasion, pour les Etats parties, de réaffirmer collectivement leur soutien inconditionnel au TNP et leur engagement à mettre en œuvre le plan d'action y afférent.

Désarmement

8. En tant que puissance nucléaire, le Royaume-Uni a pleinement conscience des responsabilités particulières qui lui incombent. Il demeure pleinement acquis à l'objectif à long terme, à savoir l'établissement d'un monde exempt d'armes nucléaires, et nous croyons avoir démontré notre détermination à respecter les engagements et obligations que nous impose le TNP en matière de désarmement.

9. Tant que subsisteront des arsenaux nucléaires importants et le risque de prolifération nucléaire, le Royaume-Uni estime que seules des capacités nucléaires crédibles seront à même de garantir, en dernier ressort, sa sécurité nationale. Par conséquent, le Gouvernement britannique est déterminé à conserver une dissuasion nucléaire nationale minimale et à procéder au renouvellement du système Trident et au remplacement de ses sous-marins.

10. Au cours de la conférence d'examen de 2010 et par la suite, nous avons pris un certain nombre d'autres mesures importantes en matière de désarmement, que nous exposerons plus en détail dans notre déclaration au titre du premier pilier du TNP. De manière générale, toutefois, mentionnons que ces importantes mesures d'instauration de la confiance consistent notamment à faire preuve d'une plus grande transparence, le Royaume-Uni annonçant pour la première fois la taille réelle de son stock d'ogives et diffusant la Security and Defence Review la plus détaillée à ce jour, à réduire le nombre d'ogives à bord de nos sous-marins ainsi que notre stock d'armes nucléaires, et à mettre à jour la garantie de sécurité négative donnée aux Etats non dotés d'armes nucléaires. Nous avons d'ores et déjà amorcé la mise en œuvre de ces mesures et commencé à retirer des ogives, quinze ans avant l'échéance prévue.

11. Nous continuons par ailleurs à coopérer étroitement avec nos partenaires du P5 à la mise en œuvre du plan d'action du TNP, un long chemin ayant déjà été parcouru à cet égard.

ANNEXE 38

[HTTP://WWW.REACHINGCRITICALWILL.ORG/IMAGES/DOCUMENTS/DISARMAMENT-FORA/CD/2013/STATEMENTS/5MARCH_UK.PDF](http://www.reachingcriticalwill.org/images/documents/disarmament-fora/cd/2013/statements/5march_uk.pdf) [EXTRAIT]

Madame la présidente,

Le Royaume-Uni souscrit à la déclaration qui vient d'être faite au nom de l'Union européenne.

Le désarmement nucléaire est une question de la plus haute importance et la conférence du désarmement, la principale tribune permettant à la communauté internationale d'en débattre. Il y a donc beaucoup à dire. Je me contenterai toutefois, afin de gagner du temps, de résumer les points essentiels de mon intervention, dont je ferai circuler le texte intégral.

Le Royaume-Uni est, de longue date, attaché à l'objectif d'un monde exempt d'armes nucléaires et continue de s'employer à créer un environnement international dans lequel aucun Etat ne ressentirait le besoin de posséder des armes de ce type. Hélas, nous n'y sommes pas encore. Il subsiste d'importants arsenaux nucléaires et, de manière générale, le nombre d'Etats dotés de telles armes augmente au lieu de diminuer, tendance qui risque sérieusement de se poursuivre. Un certain nombre d'Etats qui possèdent l'arme nucléaire ou tentent d'en faire l'acquisition sont situés dans des zones géographiques frappées par une instabilité ou des tensions importantes, de sorte que, bien que la guerre froide soit terminée, une nouvelle menace nucléaire pourrait bien se faire jour.

Malgré le risque important de recrudescence de la prolifération et le fait que certains Etats continuent à posséder des arsenaux nucléaires beaucoup plus imposants, le Royaume-Uni a clairement indiqué qu'il entendait conserver une force de dissuasion minimale crédible comme garantie ultime de sa sécurité.

En 2007, le Parlement du Royaume-Uni a examiné, puis approuvé à une large majorité, la décision de poursuivre le programme de renouvellement du système de dissuasion nucléaire britannique. Dans sa *Strategic Defence and Security Review* de 2010, le gouvernement a indiqué que le Royaume-Uni entendait conserver une dissuasion permanente fondée sur des sous-marins et lancer des travaux de remplacement de ses submersibles existants, qui devraient être déclassés dans les années 2020. Telle demeure la politique du Gouvernement du Royaume-Uni.

Le rapport faisant suite à l'étude des solutions de substitution au système Trident, actuellement en cours, devrait être remis aux premier ministre et vice-premier ministre britanniques dans le courant du premier semestre 2013. Il est encore trop tôt pour conjecturer sur ce qu'en seront les conclusions, mais une version non confidentielle du rapport sera publiée en temps voulu.

Madame la présidente,

Telle est donc la politique de notre pays en matière de dissuasion nucléaire. J'en viens maintenant, si vous le permettez, à la question du désarmement. On a reproché au Royaume-Uni de ne pas traduire ses paroles en actes. Or le fait est que des mesures importantes ont déjà été prises : alors que, pendant la guerre froide, des dizaines de milliers d'ogives nucléaires pouvaient à tout moment être mises à feu, les arsenaux nucléaires de la plupart des Etats qui en sont dotés sont aujourd'hui sensiblement réduits, dépointés et de capacité opérationnelle limitée. Plus récemment, en 2010, les Etats-Unis d'Amérique et la Russie, dont les arsenaux nucléaires sont de loin les plus importants, ont signé le nouvel accord START, aux termes duquel les deux pays sont convenus de réduire de moitié le nombre de leurs lanceurs de missiles nucléaires stratégiques et de près des deux

tiers, par rapport à celui convenu en 1991, le nombre de leurs ogives nucléaires stratégiques déployées.

La même année, les 189 Etats signataires du traité sur la non-prolifération nucléaire sont convenus d'un plan d'action, le premier jamais établi, dans le cadre duquel ils ont réaffirmé leur attachement au traité et se sont engagés à prendre des mesures concrètes pour accomplir leur objectif commun, celui de créer un monde exempt d'armes nucléaires. Ce plan d'action impose à toutes les puissances nucléaires l'obligation de réaliser des progrès effectifs dans cette voie, notamment en contribuant, de manière générale, à la réduction des stocks mondiaux et en continuant à limiter le rôle et l'importance des armes nucléaires dans leurs politiques militaires. Lors du troisième comité préparatoire du TNP qui se tiendra l'année prochaine à New York, nous ferons état de nos réalisations au regard de ce plan d'action.

Madame la présidente,

Le Royaume-Uni, pour sa part, a pris des mesures importantes en faveur du désarmement nucléaire.

ANNEXE 39

[HTTP://WWW.BASICINT.ORG/SITES/DEFAULT/FILES/INGRAMCOMMENTARY-TAR-JUL2013.PDF](http://www.basicint.org/sites/default/files/ingramcommentary-tar-jul2013.pdf)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 40

T. FENWICK, “RETIRING TRIDENT: AN ALTERNATIVE PROPOSAL FOR UK NUCLEAR DETERRENCE”, *CENTREFORUM*, (2015),

[HTTP://WWW.CENTREFORUM.ORG/ASSETS/PUBS/RETIRING-TRIDENT.PDF](http://www.centreforum.org/assets/pubs/retiring-trident.pdf)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 41

HANSARD, HC DEB, 6 MARCH 2014, COLS. 1077-1078,

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM201314/CMHANSRD/CM140306/DEBTEXT/1403060002.HTM#14030652000003](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201314/cmhansrd/cm140306/debtext/1403060002.htm#14030652000003)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 42

HANSARD, HC DEB, 20 JANUARY 2015, COL. 183,

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM201415/CMHANSRD/CM150120/DEBTEXT/150120-0003.HTM](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmhansrd/cm150120/debtext/150120-0003.htm)

[ANNEXE NON TRADUITE]

ANNEXE 43

HANSARD, HC, 20 JANUARY 2015, COL. 4WS (HCWS210),

[HTTP://WWW.PUBLICATIONS.PARLIAMENT.UK/PA/CM201415/CMHANSRD/CM150120/WMSTEXT/150120M0001.HTM#1501203900001](http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201415/cmhansrd/cm150120/wmstext/150120M0001.htm#1501203900001)

[ANNEXE NON TRADUITE]
