

Le couple SNLE *Borey*-missile *Bulava*, une histoire de la Force océanique stratégique (FOST) russe

[Cyril Gloaguen](#), ancien attaché naval et militaire en Russie et au Turkménistan, ancien collaborateur des Nations Unies en Abkhazie/Géorgie, docteur en géopolitique (IFG, Paris VIII).

A Monsieur Jourdain (qui se reconnaîtra)

Malgré l'entrée en service à la fin des années 2010 du missile Bulava et de son SNLE porteur de la classe Borey, le retard qualitatif, quantitatif et, surtout, technologique de la FOST russe sur son adversaire américain, mais aussi demain chinois¹, non seulement ne devrait pas se réduire, mais pourrait s'amplifier en raison du fléchage des budgets militaires opéré depuis plus de trois ans vers les armées de Terre et de l'Air, qui contrairement à une Marine (VMF) très marginalisée, constituent le moteur même de l'« opération militaire spéciale » (SVO) en Ukraine. Il n'est pas impossible que dans les années à venir, la Marine russe (VMF) se retrouve ainsi devant le choix cornélien de devoir arbitrer entre la modernisation de ses flottes de surface et de sous-marins d'attaque, encore très dépendantes de bâtiments construits sous l'URSS, et celle de son parc de SNLE ...

*

Despite the deployment of the Bulava missile and Borei-class SSBNs in the late 2010s, the Russian Strategic Deterrent Force continues to lag behind its American counterpart – and potentially Chinese in the future – in quality, quantity, and technology. This gap is unlikely to narrow and may even widen due to recent military budgets prioritizing the Army and Air Force, which underpin Russia's "special military operation" in Ukraine, over the increasingly marginalized Navy (VMF). In the coming years, the VMF may face a critical dilemma : whether to modernize its aging surface and attack submarine fleets, still reliant on Soviet-era vessels, or to prioritize its ballistic missile submarine (SSBN) fleet...

*

¹ Voir « U.S.-China Rivalry Sparks a Submarine Arms Race », The Wall Street Journal du 8 septembre 2025.

LE MISSILE naval *Bulava* et le sous-marin *Borey* sont, respectivement, le premier SLBM et le premier SNLE conçus et construits par la Russie post-soviétique. Ces deux programmes condensent à eux seuls, si l'on peut dire, tous les aléas géopolitiques et politiques, les crises financières, les à-coups technologiques et les nécessaires adaptations industrielles qui furent le lot commun de cette nouvelle Russie de l'après-1991, au moins jusqu'à la première moitié des années 2010. Le *Bulava* n'aurait jamais dû voir le jour et naît précipitamment dans les remous politico-industriels provoqués par l'échec du développement d'un autre missile, le *Bark*, que devait initialement embarquer le *Borey* dans un design différent de celui qu'on lui connaît en 2025. *Bulava* et *Borey* sont aussi le résultat d'une volonté politique invariable : celle du Kremlin de disposer, malgré tous les obstacles financiers, technologiques et industriels, d'un outil naval performant capable de renforcer par ses capacités de seconde frappe une triade nucléaire où le poids des missiles terrestres (en silo et sur TEL²) demeure, quoi qu'il en soit, prépondérant. Enfin, ce missile et ce sous-marin servent aussi de toile de fond à la lente modernisation et à l'adaptation de la FOST russe au paysage géopolitique né des grands traités d'*Arms Control*, des relations et des crises soviéto puis russo-américaines et, plus largement, des avancées et des percées technologiques et militaires de part et d'autre.

Après un bref point sur l'influence des grands traités des années 1970 et 1990 (SALT et START) sur le développement des missiles intercontinentaux navals, on entrera dans le détail des programmes *Bulava* et *Borey*, sur les raisons et les hasards qui ont présidé à leur naissance, sur leur gestation, on étudiera les dysfonctionnements techniques qui ont bien failli provoquer leur avortement, avant de conclure par une rapide revue des programmes et des concepts en cours, ou supposés en cours, susceptibles de remplacer ce missile et ce sous-marin à l'horizon 2050.

Avant-propos

Lorsqu'au milieu des années 1980 débutent les premières études qui mèneront au SNLE³ *Borey* et à son missile naval (SLBM⁴) *Bulava* tels qu'on les connaît aujourd'hui, l'URSS vit ses dernières années. La FOST⁵ soviétique est alors à son apogée avec entre 70 et 80 SNLE en service (contre treize en 2025⁶), l'invasion de l'Afghanistan (1979) bat son plein, R. Reagan vient de lancer sa « Guerre des étoiles⁷ » (1983)

² TEL : tracteur-érecteur-lanceur, ou, en anglais, transporter erector launcher.

³ SNLE : sous-marin nucléaire lanceur d'engins (c'est-à-dire de missiles balistiques intercontinentaux nucléaires).

⁴ Missile mer-sol balistique stratégique (MSBS) en français. En anglais, SLBM (Submarine Launched Ballistic Missile).

⁵ FOST : Force océanique stratégique (en russe « морские стратегические ядерные силы/forces stratégiques nucléaires navales »). La FOST est la composante de la dissuasion nucléaire qui met en œuvre les SNLE, les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins.

⁶ 8 *Borey* (dont 5 *Borey-A*) récents et 5 vieux *Delta-IV*. Sur ces 13 SNLE, 2 au moins sont chaque année en arrêt technique de longue durée (rechargement du cœur, modernisation des systèmes, etc.). 5 autres *Borey* sont en construction, ce qui portera leur nombre total à 13 unités, dont 10 en version *Borey-A*.

⁷ Initiative de défense stratégique (IDS). L'IDS prend appui sur 2 idées : 1) la dissuasion doit être complétée par un mécanisme de prévention d'une première frappe par l'URSS rendue possible par l'existence des missiles MIRVés, notamment des gros SS-18. 2) Utiliser les avancées technologiques américaines pour forcer les Soviétiques à dégager des ressources financières aux

et si cinq traités importants, qui bornent le déploiement et le développement des armements nucléaires, ont été signés (Traité sur l'espace extra-atmosphérique en 1967, TNP⁸, ABM⁹, Salt I¹⁰ et II), les tensions géopolitiques, après une courte période de détente¹¹, sont reparties à la hausse, tout comme la modernisation des arsenaux nucléaires et conventionnels. La crise des « Euromissiles » marque l'apogée de ces tensions¹². En 1985, M. Gorbatchev devient Secrétaire général du Comité central du Parti communiste. L'URSS est à bout de souffle, mais ses réformes (*Glasnost*, *Perestroïka*), qui conduisent droit au démantèlement de l'URSS¹³ en décembre 1991, sont aussi propices, pour diverses raisons, à la négociation de nouveaux grands traités internationaux. Gorbatchev avait-il seulement le choix ?¹⁴ Citons les FNI¹⁵ et MTCR¹⁶ en 1987, le *Ballistic Missile Launch Notification Agreement* en 1988, FCE¹⁷, Start I et II (1991 et 1993).

Au lecteur non familier du monde des sous-marins rappelons que le SNLE n'est que le bâtiment porteur d'un système d'armes : le missile mer-sol intercontinental (MSBS/SLBM), lui-même vecteur de l'arme nucléaire navalisée. Contrairement au SNA¹⁸, le SNLE n'est pas un bâtiment de combat à proprement parler. Il va, en conséquence, chercher à se fondre dans le bruit ambiant de la mer, à se faire le plus furtif possible, condition *sine qua non* à la réalisation de sa mission : celle du lancement de ses armes sur ordre politique. Les SNLE, leurs systèmes de combat et leurs SLBM sont parmi les machines les plus complexes jamais créées par l'homme et les plus difficiles à concevoir et à mettre en œuvre¹⁹. Seule une poignée de pays, y compris parmi les

développements de nouvelles armes sur fond de crise financière, de façon à les amener à de nouvelles négociations. L'URSS tentera de faire interdire l'IDS dans le cadre de l'article V du Traité ABM (1972).

⁸ Le Traité de non-prolifération des armes nucléaires a été signé en 1968.

⁹ Traité sur la limitation des systèmes antimissiles balistiques (Anti-Ballistic Missile) (1972).

¹⁰ Strategic Arms Limitation Talks, 1972

¹¹ Volonté, notamment, des deux camps de sortir de la logique (doctrine) de Destruction Mutuelle Assurée (MAD en anglais) qui repose sur l'idée que URSS et Etats-Unis possèdent un arsenal nucléaire suffisamment puissant pour garantir la destruction totale de l'adversaire en cas de guerre nucléaire, même après une frappe en premier de l'un d'entre eux. Cette capacité à infliger des dégâts inacceptables à l'adversaire (frappe en second) dissuaderait chaque partie de lancer une première frappe.

¹² La crise dite des « Euromissiles » débute en 1976 avec l'installation en Europe de l'Est de missiles soviétiques IRBM SS-20, auquel les Etats-Unis vont répondre en installation en Europe de l'Ouest des Pershing II, et s'achève en 1987 par la signature du Traité sur les forces nucléaires à portée intermédiaire (INF/FNI) qui élimine les missiles à portée intermédiaire basés à terre (IRBM).

¹³ 8 décembre 1991, les dirigeants de la Biélorussie, de l'Ukraine et de la RSFSR déclarent que « l'URSS en tant que sujet de droit international et réalité géopolitique a cessé d'exister ». Signature de l'accord créant la Communauté des États indépendants (CEI) ouverte à tous les États membres de l'URSS.

¹⁴ En 1985, l'URSS dépensait encore pour sa défense quelque 15 à 20 % de son PIB. La SDI de Reagan va mettre l'URSS face à un mur à la fois financier et technologique et renforcer la position des États-Unis dans les pourparlers de contrôle des armements. Lors des sommets de Genève (1985) et Reykjavik (1986), Gorbatchev va chercher, en vain, à limiter la SDI en échange de réductions nucléaires avant d'accepter des concessions (traité INF de 1987). Voir aussi note de bas de page 4.

¹⁵ Intermediate-Range Nuclear Forces/ Traité sur les forces nucléaires à portée intermédiaire (500 à 5500kms).

¹⁶ Régime de contrôle de la technologie des missiles.

¹⁷ Traité sur les forces armées conventionnelles en Europe (1990).

¹⁸ Sous-marin nucléaire d'attaque. Notons que dans la doctrine navale russe, le SNA joue également un rôle dans la dissuasion nucléaire au moyen de ses missiles de croisière à changement de milieu (SLCM) qui peuvent être équipés d'une tête nucléaire pré-stratégique.

¹⁹ Un SLBM n'est jamais qu'une fusée lancée sous l'eau depuis le silo d'acier d'un sous-marin en déplacement. La précision et « l'efficacité » d'un SLBM dépend fortement des conditions dans lequel il est tiré : précisions des systèmes de navigation du SNLE (navigation inertielle, cartes des anomalies gravitationnelles et bathymétriques des zones de patrouille, etc.) qui permettent une mise à jour du système de guidage du SLBM, qualité et efficacité du système

pays dotés de l'arme nucléaire, sont capables de les concevoir dans leur intégralité – plateformes, systèmes d'armes, bureaux d'études, chantiers de construction, infrastructures de soutien, écoles de formation, etc. Enfin, missile et sous-marin s'influencent l'un l'autre, la technologie et les caractéristiques opérationnelles du premier débouchant sur un gabarit (masse, diamètre, longueur) qui devra pouvoir être installé à bord du second.

Parmi tous ces traités, quatre intéressent notre sujet au premier chef : Salt I et II et Start I et II. Non seulement ils imposent pour la première fois dans l'histoire de la dissuasion nucléaire un plafond quantitatif (lanceurs, puis ogives), mais encadrent strictement, du moins en principe, les paramètres de développement de tout nouveau missile. Enfin, en laissant libres les deux pays signataires du choix de la répartition de leur arsenal nucléaire entre missiles basés à terre (ICBM) et basés en mer (SLBM), puis en encourageant le développement des technologies de MIRVage²⁰, ils vont permettre une modernisation de la FOST soviétique, puis russe, avant que cette belle mécanique militaro-industrielle ne s'enraye au début des années 1990 sous l'effet conjugué des coupes budgétaires, du coût du retrait des armées soviétiques d'Europe de l'Est, du démantèlement des réseaux des ministères sectoriels soviétiques, de la nécessité de moderniser les entreprises appartenant à l'OPK²¹ et, bien sûr, de la désorganisation industrielle née de la rupture des liens entre industries désormais russes et leurs sous-traitants rejetés du jour au lendemain dans « *l'étranger proche* »²² (Ukraine et Biélorussie en premier lieu).

**Figure 1 : les traités de désarmement
des décennies 1970 et 1980
et leur influence sur les missiles nucléaires embarqués**

Traités	Impact sur les missiles navals (SLBM)
SALT I (Strategic Arms Limitation Talks, 1972)	Entrée en vigueur : octobre 1972. Expiration : 3 octobre 1977 (mais observé tout au long des négociations relatives au traité SALT II. Comprend 2 volets : le traité ABM et un accord exécutif intérimaire de 5 ans qui limite les armes stratégiques offensives. Fige pour 5 ans le nombre de lanceurs terrestres (et pas des ogives) atteint à la date de signature du traité → favorise la technologie MIRV. Le nombre de SLBM peut être augmenté à un niveau concerté. Pour l'URSS : plafonds de 1 607 ICBM et 950 SLBM (pour 750 déployés sur 62 SNLE) environ. Pas de plafond pour les bombardiers. <u>Parc nominal SLBM soviétiques en 1972 :</u> • SS-N-8/R-29 (1 à 2 têtes x 16 sur <i>Delta-II</i> – x 12 sur <i>Delta-I</i> – x3 sur <i>Hotel-III</i>), • SS-N-6/R-27 (2 têtes x 16 sur <i>Yankee-I</i>), • SS-N-5/R-21 (1 tête x 3 sur <i>Golf-II</i>)

d'éjection, vitesse et immersion du sous-marin, angle de tir, zones de lancement, angle d'arrivée au sol de/des ogives ...

²⁰ MIRV acronyme anglais pour « tête (nucléaire) à trajectoire indépendante ».

²¹ Acronyme russe pour « Complexe Militaro-Industriel » soviétique, c'est-à-dire la BITD. A ne pas confondre avec la VPK (Voennaya Promyshlennaya Komissiya/Commission de l'industrie militaire), organe administratif créé par le Conseil des ministres de l'URSS chargé de la planification centralisée et de la coordination de l'ensemble des industries d'armement.

²² En 1990, l'URSS possède encore quelque 3 000 entreprises d'armement principales et 10.000 sous-traitants. 180 à 200 usines de production de missiles anti-aériens et 2000 usines sont impliquées dans le développement et la construction des SNLE. La production de la BITD représentait à la fin des années 1980 quelque 60% du PIB soviétique, cette production, toutefois, n'était pas uniquement militaire. Sur le sujet de la réorganisation de l'OPK soviétique voir : Cyril Gloaguen « Le monde militaire : facteur de puissance ou de faiblesse de l'Etat russe ? », thèse de doctorat (Paris VIII, Institut Français de Géopolitique, 2006).

SALT II (1979)	Entrée en vigueur : pas ratifié (invasion de l'Afghanistan), mais respecté jusqu'au 31 décembre 1985. Le système de comptabilisation comporte 4 plafonds numériques : 1. Vecteurs autorisés (ICBM, SLBM + bombardiers : 2 400, puis 2 250 à partir de 1981 ; 2. Sur le total précédent, le 2^{ème} plafond fixe à 1 320 unités le maximum autorisé de vecteurs MIRVés ; 3. Fixe à 1 200 unités le nombre d'ICBM et de SLBM MIRVés ; 4. Nombre d'ICBM MIRVés fixé à 820 unités sur les 1 200 MIRV autorisés par le précédent seuil. Pour l'URSS, le traité reprend le plafond théorique de 950 SLBM de SALT I, mais limite le nombre de têtes par missile SLBM à 14 (contre 10 pour les ICBM). Alors qu'elle embarque à bord de ses quelque 70 à 80 SNLE près de 50% du nombre total de vecteurs autorisés par le traité (1 100 sur 2 250), dans les faits la FOST soviétique n'en déploiera jamais plus de 35% (et 25% des ogives), les ICBM représentant 60% du parc de lanceurs et 70% des ogives. SALT II interdit le développement de nouveaux types de SLBM après 1979, limitant les parties à moderniser les systèmes existants dans les contraintes des plafonds et des limites de têtes nucléaires. Les améliorations qualitatives (comme la portée ou la précision) sont autorisées, mais elles ne doivent pas dépasser de 5% les paramètres des missiles déjà testés. Le SS-N-20/R-39 (SNLE <i>Typhoon</i>), déployé à partir de 1983, représente une probable violation du traité. <u>Parc nominal SLBM soviétiques en 1979 (70 à 80 SNLE)</u> • SS-N-18/R-29R (3 à 7 têtes x 16 sur 14 <i>Delta-III</i>) • SS-N-8/R-29 (1 à 2 têtes x 16 sur 4 <i>Delta-II</i> – x 12 sur 18 <i>Delta-I</i> – x 3 sur 6 (?) <i>Hotel-III</i>) • SS-N-17/R-31 (1 à 2 têtes x 12 sur 1 <i>Yankee-II</i>) • SS-N-6/R-27 (2 têtes x 16 sur 33 (?) <i>Yankee-I</i>) • SS-N-5/R-21 (1 tête x 3 sur 10 (?) <i>Golf-II</i>)
START I²³ (Strategic Arms Reduction Treaty, 1991)	• Entrée en vigueur : décembre 1994 (expiration : 2009). Pour la 1^{ère} fois restreint le nombre d'ogives (et non plus les seuls lanceurs) et intègre les acquis des négociations FNI (réduction et inspections sur site, unités et usines). → Provisions à appliquer avant décembre 2001 (destruction ou réduction du nombre de MIRV embarquées), y compris pour les Républiques issues de l'ex-URSS (Ukraine et Kazakhstan). Le traité impose que le poids total des charges utiles (poids d'emport) de tous les ICBM et SLBM déployés par chaque partie ne dépasse pas 3 600 tonnes métriques. Cette idée de faire porter l'effort de réduction sur les charges utiles plutôt que sur le nombre de vecteurs vient de la partie soviétique, l'URSS ayant dans ce domaine un avantage sur les Etats-Unis. Le traité est organisé autour de 5 plafonds principaux : 1. 1 600 vecteurs stratégiques (ICBM, SLBM et bombardiers, sauf Tu-22M de l'ALRA²⁴). SLCM²⁵ >600kms exclus ; 2. 6 000 ogives nucléaires stratégiques (les capacités réelles d'emport des bombardiers lourds ne sont pas comptées) → missiles décomptés sur base du nombre de MIRV déclarées et non selon capacités testées (<i>downloading</i>) ; 3. 4 900 ogives balistiques (sur les 6 000 autorisées) dévolues aux ICBM et SLBM et 1 100 aux bombardiers → les parties sont libres de choisir les vecteurs à moderniser (balistiques ou non-balistiques) ; 4. 1 540 ogives sur missiles lourds → réduction de 50% des SS-18 soviétiques. 6 restrictions concernent : l'interdiction du <i>downloading</i> aux ICBM lourds, d'augmenter la puissance de lancement et la charge utile, de transformer ces ICBM lourds en lanceurs mobiles, de tester de nouveaux ICBM lourds, de disposer de plus de 154 silos. Modernisation des missiles lourds autorisée, mais sans modifier le nombre d'étages et le type de carburant utilisé, d'augmenter de 10% la taille du missile ou du 1^{er} étage, d'accroître de 5% la diamètre et de 21%

²³ Sur le traité Start I proprement dit, lire : « Le traité Start », J-J Roche, Annuaire français de droit international (1991). https://www.persee.fr/doc/afdi_0066-3085_1991_num_37_1_3020

²⁴ ALRA : aviation à long rayon d'action (en russe : Dalnaya Aviatsiya, DA), plus ou moins l'équivalent des Forces aériennes stratégiques françaises (FAS). Avec ses missiles air-sol monotêtes, l'ALRA joue surtout un rôle pré-stratégique.

²⁵ Missile de croisière tiré depuis un sous-marin.

	le poids d'emport. Interdiction de tester les nouveaux missiles dotés de plus de 10 têtes. 5. 1 100 ogives sur ICBM mobiles (SS-24 et SS-25 côté soviétique) → zone de déploiement < à 100km². - Les SLBM russes SS-N-23 et SS-N-20 sont concernés (réduction du nombre d'ogives/ <i>downloading</i>). A eux seuls, les 6 SNLE <i>Typhoon</i> en service à l'époque embarquaient 120 SLBM (x 10 ogives) soit 1200 ogives nucléaires. Coûteux et bruyants, 3 seront retirés du service dans les années 1990 (et démantelés, avec d'autres sous-marins, dans le cadre du CTR²⁶). A la veille du traité, la FOST soviétique emporte (nominalement) 930 SLBM et 3 642 ogives, soit, respectivement, 38% des lanceurs et 32% des ogives de la triade²⁷. <u>Parc nominal SLBM soviétiques/russes en 1991 :</u> - SS-N-20/R-39 (10 têtes x 20 sur <i>Typhoon</i>), - SS-N-23/R-29RM (4 têtes x 16 sur <i>Delta-IV</i>), - SS-N-18 Mod1/3 et Mod2/R-29R (7 têtes x 16 pour le mod1/3 et 1 tête x 16 pour le Mod2 sur <i>Delta-III</i>), - SS-N-17/R-31 (1 tête x 12 sur <i>Yankee-II</i>), - SS-N-8 Mod1/2/R-29 (1 tête x 16 sur <i>Delta-II</i> et x 12 sur <i>Delta-I</i>), - SS-N-6 Mod3/R-27 (2 têtes x 16 sur <i>Yankee</i>).
START II (1993)	Adossé à Start I. Doit rester en vigueur aussi longtemps que le Traité START I le restera. Ratifié par les Etats-Unis en janvier 1996 et par la Russie en avril 2000 (sous condition liée à l'ABM). La Russie s'en retire en 2002 en réponse au retrait américain, cette même année, du traité ABM (Anti-Ballistic Missile Treaty). Chacun des deux pays s'engage à ramener le total de ses ogives nucléaires stratégiques à un nombre compris entre 3 000 et 3 500. Pas plus de 1 700 à 1 750 ogives peuvent être déployées sur les SLBM. Au maximum 5 ogives peuvent être retirées des missiles MIRVés. Tous les ICBM MIRVés doivent être éliminés avant 2003, délai repoussé à 2007, ou convertis (SS-18 russes) en version monotête, voire en lanceurs civils. Conséquences pour la Russie : limite le nombre d'ogives sur les missiles SS-N-20 (<i>Typhoon</i>) et SS-N-23/R-29RM et SS-N-18/R-29R (<i>Delta III/IV</i>) et accélère le remplacement des anciens missiles par des versions modernisées comme le SS-N-23 /R-29RMU <i>Sineva/Laïner</i>, puis le <i>Bulava</i> (après échec du <i>Bark</i>, voir infra).

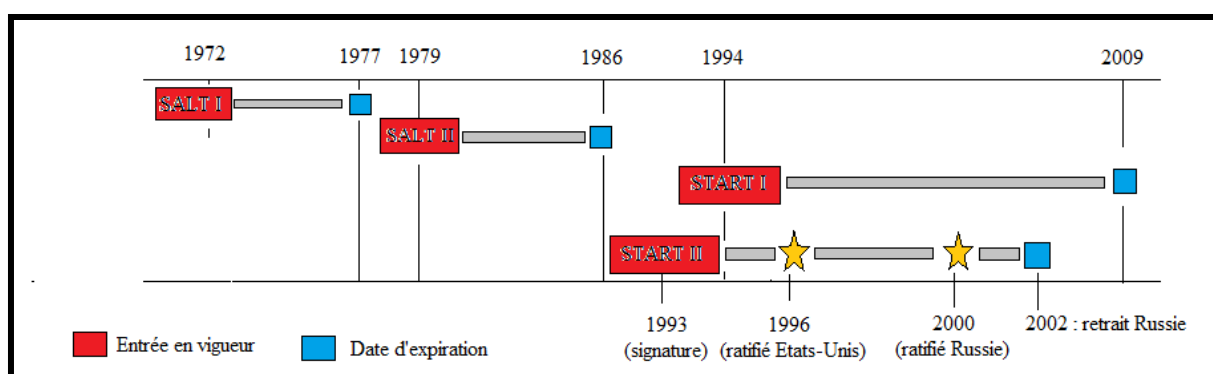


Figure 2 - Représentation chronologique des traités Salt et Start

²⁶ CTR pour Cooperative Threat Reduction. Le programme est initié par la loi Soviet Nuclear Threat Reduction Act adoptée par le Congrès américain à l'instigation des sénateurs Sam Nunn et Richard Lugar et signée le 12 décembre 1991. Financé à 80% par les Etats-Unis et le Canada, il a pour but de sécuriser et de réduire les arsenaux nucléaires, chimiques et biologiques en Russie, Ukraine, Biélorussie et Kazakhstan, c'est-à-dire dans les 4 pays ayant hérité d'armes de destruction massive après la disparition de l'URSS. Plusieurs pays européens, dont la France, participeront eux aussi au financement du démantèlement de plusieurs sous-marins nucléaires ex-soviétiques dans les années 1990. Le CTR sera financé jusqu'en 2013.

²⁷ J'utilise ici les chiffres donnés par le rapport SIPRI de 1990.

SALT I et II

Aux provisions contraignantes de Salt I et de Salt II (1972 et 1979) se conjuguent, dans les années 1970, un important retard technologique des SNLE et des SLBM soviétiques sur leurs équivalents américains (SNLE des classes *Lafayette* et *B. Franklin*/SLBM *Trident*). Ces SLBM soviétiques sont également moins fiables, moins puissants (leur charge utile est donc inférieure²⁸), moins MIRVés et portent moins loin que les missiles terrestres (ICBM) des RVSN²⁹, tout en étant plus coûteux à fabriquer et à mettre en oeuvre. Sans surprise, la triade nucléaire soviétique des années 1970 repose donc largement sur son pilier terrestre – notamment, dès 1975, sur les ICBM lourds³⁰ du type SS-18 *Satan* – qui représente, au bas mot, quelque 60%³¹ du plafond autorisé par Salt II (voir figure I supra).

Salt II (1979) joue un rôle important dans la modernisation de la FOST : s'il interdit en principe (voir figure 1 supra) le développement de nouveaux types de SLBM et borne la modernisation des systèmes d'armes existants, ce traité autorise leurs améliorations qualitatives (systèmes de guidage et emport de têtes limité à 14 par missile, notamment). Salt II n'ayant pas été ratifié et n'ayant donc pas de force juridique contraignante, l'URSS, tout en restant dans le cadre quantitatif fixé, va ainsi développer³² de nouveaux ICBM et SLBM. Si le R-29R/SS-N-18 mod-3 (des SNLE *Delta-III*) n'est qu'une modernisation à sept têtes du mod-1, le R-39/SS-N-20 qui voit le jour en 1983 s'affranchit, quant à lui, des provisions de Salt II dans la mesure où il utilise pour sa propulsion du propergol solide (contrairement aux générations précédentes à ergol liquide), est plus grand (3 étages contre 2 pour le SS-N-18) et beaucoup plus lourd (90 t. contre 34 t.). Au moment où expire Salt II (1985), l'URSS sort donc paradoxalement de ses tiroirs trois missiles foncièrement nouveaux : deux à carburant solide, le SLBM SS-N-20, et l'ICBM SS-25 monotête, tous deux développés en marge des provisions du traité, et une version largement modernisée du SS-18, le R-36M2/SS-18 *Satan* à ergol liquide, modernisation qui, aux yeux des Américains tout au moins, en fait un nouveau missile. Parallèlement, au développement du SS-N-20, et pour rester dans le ratio ICBM/SLBM qu'elle s'est fixée, l'URSS retire à la même époque du service ses vieux SLBM (R-29/SS-N-8 et R-27/SS-N-6) et limite à six le nombre de ses nouveaux SNLE de la classe *Typhoon*, ceux-là mêmes auquel le gros SS-N-20 est destiné. Avec l'arrivée en ligne, à la fin des années 1970 et au début des années 1980, des SNLE de la classe *Delta II* et *III* et, plus tard, des

²⁸ Pour pallier le manque de précision de leurs ogives (CEP), les SLBM de l'époque peuvent emporter des ogives plus puissantes comme celles, par exemple, du SS-N-17 (1 à 800Kt ou 2 à 500Kt) ou du SS-N-18 mod2 (1 de 450Kt). Notons également que pour tirer leurs missiles, les SNLE sont dépendant de l'état de la mer, facteur que ne rencontrent pas les ICBM. Ajoutons que l'URSS ne maîtrisera la technologie des MIRV qu'à partir de 1975 (contre 1970 pour les Etats-Unis). Encore lui faudra-t-il apprendre à réduire la masse de ces têtes pour en embarquer plusieurs sur chaque SLBM.

²⁹ Les Troupes de missiles stratégiques soviétiques, soit les missiles basés à terre (ICBM), sur châssis ou ensilés.

³⁰ Lanceurs lourds favorisés par le fait que Salt II fixait leur nombre (maximum) à 308. Est ici particulièrement visé le gros SS-18 *Satan* soviétique à 10 MIRV capable, en théorie, de franchir les défenses antiaériennes américaines.

³¹ Plafond autorisé de 2 250 (voir figure 1 supra), soit 1 300 à 1 400 ICBM dont 800 à 900 sont MIRVés. Parc de l'époque composé de : SS-19 (4 à 6 têtes), SS-18 (10 têtes), SS-17 (4 à 6 têtes), SS-11 et SS-13 (monotête).

³² Alors même que la guerre en Afghanistan aspire une large part des budgets de défense.

énormes *Typhoon* équipés de missiles plus performants (R-29D/SS-N-8 et R-29R/SS-N-18), la FOST soviétique acquiert, enfin, une véritable crédibilité opérationnelle.

De l'autre côté de l'Atlantique, les Etats-Unis se maintiennent en conformité avec le traité mais se lancent, dans le cadre de l'IDS – et parfois en violation du traité ABM – dans le développement de technologies qui serviront de base aux systèmes de défense antimissile ultérieurs, comme le système *Ground-Based Midcourse Defense* (GMD), par exemple. On trouve ici, déjà esquissées, les raisons qui conduiront, plus tard, au retrait russe (2002) de Start II.

11 mars 1985, M. Gorbatchev arrive au pouvoir ; 15 février 1989, l'armée soviétique se retire d'Afghanistan ; 9 novembre 1989 le Mur de Berlin tombe; le Pacte de Varsovie est dissous le 1^{er} juillet 1991 et trente jours plus tard G. Bush et M. Gorbatchev signent à Moscou le traité Start I.

Les traités START et la disparition de l'URSS

Start I (1991) est le premier traité à limiter le nombre d'ogives nucléaires détenues par l'URSS et les Etats-Unis et non plus les seuls lanceurs. Ces clauses renforcent encore celles du FNI. Quant à Start II (1993), s'il n'est ratifié que longtemps après sa signature³³, il va peser de tout son poids sur les programmes lancés au début des années 1990 : en supprimant le MIRVage des ICBM et en imposant des limites sur leur charge utile³⁴, **ce traité donne pour la première fois à la FOST russe une importance qu'elle n'a encore jamais eue** dans sa courte histoire. Avec l'entrée en service, entre 1984 et 1989, de sept *Delta-IV* modernes³⁵ équipés du tout nouvel SLBM R29RM/SS-N-23 capable d'emporter dix ogives de 100 kt (nombre ramené à quatre dans le cadre de Start) et le désarmement des vieilles unités des classes *Hotel*, *Golf-II*³⁶ et *Yankee-I*³⁷, la FOST russe atteint l'apogée de sa puissance, même si le nombre total de SNLE baisse. La chute sera brutale.

Décembre 1991, l'URSS disparaît et avec elle, on l'a dit, une large partie du réseau industriel et économique qui faisait sa puissance. La nouvelle Russie, ruinée, instable, menacée jusque dans ses frontières intérieures, n'a plus les moyens financiers d'entretenir une « sous-marine »³⁸ qui compte encore, nominalement du moins,

³³ 1996 pour les Etats-Unis et 2000 pour la Russie qui s'en retire deux ans plus tard.

³⁴ La charge utile - ou capacité d'emport - représente l'ensemble des systèmes qu'un missile peut emporter et nécessaires à la réalisation de sa mission militaire (ogives/bus, aides à la pénétration, systèmes de guidage, capteurs, etc.) : voir « Protocole du Traité START I sur la masse d'emport des ICBM et SLBM ». En règle générale, les ogives représentent environ la moitié de cette charge utile. La réduction du poids de cette charge (une seule ogive ou plusieurs) induit une augmentation de la portée du missile.

³⁵ Les SS-N-23 pourraient toutefois, à l'époque, avoir connu des difficultés techniques qui auraient conduit précipitamment à une modification du SLBM. Le traditionnel Soviet Military Power de 1989 ne rapporte, en effet, aucun déploiement de Delta-IV pour toute l'année 1988.

³⁶ Notons qu'au moins 4 des sous-marins de la classe Golf-II, à propulsion classique et non nucléaire, avaient été déployés en mer Baltique dans les années 1980, la portée de leur SLBM SS-N-5 ayant été améliorée pour atteindre 1 700kms.

³⁷ Les patrouilles de Yankee au large des côtes américaines avaient cessé dès la fin de 1987 et mi-1989 pour les patrouilles dans le bastion (SIPRI 1990).

³⁸ Signe des difficultés économiques rencontrées par l'URSS, de nombreuses sources, y compris soviétiques, soulignent une baisse continue des constructions navales militaires et une forte hausse des désarmements de navires dès le début des années 1980. Vers 1987-1988, les navires

cinquante-cinq SNLE³⁹, plus de 200 sous-marins d'attaque (SNA), lance-missiles aérodynamiques (SSGN) et sous-marins classiques et plusieurs dizaines de sous-marins auxiliaires, de sauvetage et d'essais⁴⁰.

Les provisions des traités Start, qui encadrent à la baisse le nombre d'ogives et de vecteurs détenus par les deux parties, sont, pour la Russie, les bienvenues. Elles vont permettre de désarmer les unités les plus anciennes, les plus coûteuses à opérer, ou celles dont les missiles arrivent en fin de vie. Se trouvent dans cette catégorie les *Delta-I* et *II* (SLBM R-29/SS-N-8), l'unique *Yankee-II* (R-31/SS-N-17) et, surtout, les énormes *Typhoon*, pourtant récents⁴¹, même si leurs capacités à tirer en immersion sous la banquise ou par grande immersion leur donne un avantage militaire certain. En 1991, le monde avait changé : ces sous-marins avaient désormais tout contre eux : énormes, bruyants en plongée, coûteux à mettre en œuvre, équipés de SLBM, les SS-N-20⁴², désormais construits (et donc maintenus) dans une Ukraine à présent indépendante⁴³, ils étaient condamnés. Une tentative ultérieure de les sauver en les équipant de nouveaux missiles (*Bark*, puis *Bulava*) échouera, comme nous le verrons plus avant.

Figure 3 - Le R-39/SS-N-20

Premier des SLBM soviétique réellement opérationnel, après le médiocre SS-N-17, le SS-N-20 est, à l'époque des traités Start, le missile le plus onéreux de l'arsenal nucléaire soviétique⁴⁴. Son prix était ainsi trois fois celui d'un SS-N-23, admis en service au même moment (fin des années 1980), tout aussi précis que ce dernier (CEP estimé de 500 m) et emportant un même nombre de têtes (jusqu'à 10 de 100 kt⁴⁵). Les performances du R-39 (CEP et portée) demeuraient toutefois très inférieures à celle du *Trident* américain. Les *Typhoon* seront désarmés, mis sous cocon ou conservés en alerte à quai (au moins 2, voir note de bas de page 41) dans les années qui suivirent la signature des traités Start. Le seul survivant de la série, le TK-208 *Dmitriy Donskoy*, sera modifié à la fin des années 1990 pour servir de bâtiment d'essais du SLBM *Bulava* avant d'être désarmé en 2023 (voir infra). Il semble toutefois que la Marine, à la fin des années 2000, ait eu l'intention de remettre en service trois *Typhoon* en les équipant de *Bulava* (voir infra)

militaires soviétiques semblent avoir passé plus de temps à quai qu'en mer, tandis que le nombre de jours d'exercices diminuait considérablement.

³⁹ 6 *Typhoon*, 7 *Delta-IV*, 14 *Delta-III*, 4 *Delta-II* et 8 *Delta-I*, une quinzaine de *Yankee I* et *II*, ces derniers ne patrouillant quasiment plus.

⁴⁰ Voir Flottes de combat 1992, Editions Maritimes & d'outre-mer (Ouest-France).

⁴¹ Le 1^{er} (TK-208) a été admis au service en 1981 et le dernier en 1989 (TK-20). Un 7^{ème} exemplaire a été démantelé en cours de construction.

⁴² Entre 150 et 170 SS-N-20 auront été construits par l'URSS. Leur démantèlement a débuté dès 1990 et s'est prolongé dans le cadre du programme CTR (voir supra) jusqu'en 2012. Le dernier SS-N-20 sera déclaré détruit en septembre 2012. Jusqu'à cette date, la Russie a continué à déclarer au traité Start au moins 40 SS-N-20 sur 2 *Typhoon* (à quai).

⁴³ Usine de Pavlograd/PMZ (oblast de Dnipropetrovsk) Le 16 juillet 1990, la Verkhovna Rada ukrainienne a adopté une Déclaration de souveraineté qui affirme la primauté des lois ukrainiennes sur celles de l'URSS et revendiqué le droit à une politique étrangère indépendante. La déclaration d'indépendance de l'Ukraine date du 24 août 1991, soit trois semaines après la signature de Start I.

⁴⁴ La fiabilité du SS-N-20 a parfois été mise en doute. Le lancement en salve de 20 de ces missiles en mars 1997 (cadre Start) prouve que la l'URSS avait, dans les années 1980, en partie rattrapé son retard dans le domaine de la technologie des carburants solides. Sur la fiabilité des missiles nucléaires soviétiques et russes, voir l'interview donnée par le commandant des RVSN en décembre 2004 : <http://www.izvestia.ru/armia2/article837265>

⁴⁵ Nombre ramené plus tard à 4 (cadre traités Start).

Ce bref rappel historique effectué, venons-en à présent au sujet de notre étude : le sous-marin *Borey* et son missile *Bulava*. Entrons dans les détails ...

Les SLBM SS-N-17, SS-N-20 et *Bark* : aux origines du *Bulava* ...

Au début des années 1970, les Etats-Unis lancent le développement du *Trident-I C-4*, un petit SLBM moderne à carburant solide, très compact et capable d'emporter huit ogives à plus de 8 000 kms avec un CEP inférieur à 300 m. Face à lui, le meilleur SLBM soviétique de l'époque, le R-27/SS-N-6 qui équipe les 34 SNLE de la classe *Yankee*, un petit missile à deux étages qui n'emporte qu'une seule tête, fait pâle figure. Non seulement, sa faible portée (3 000 kms) oblige son SNLE porteur à franchir la dangereuse ligne GIUK⁴⁶ pour délivrer ses armes contre les Etats-Unis ou à les réserver pour le seul théâtre européen, mais son CEP médiocre (1500 m) en fait également une arme inutilisable en « première frappe ». Le R-27 est, de plus, dangereux en raison de la grande instabilité de son carburant liquide⁴⁷. En octobre 1986, un *Yankee* sera d'ailleurs perdu en plein Atlantique à la suite de l'explosion d'un de ces missiles. Le R-29D/SS-N-8 et le R-29R/SS-N-18 qui deviendront opérationnels respectivement en 1973 et en 1977 sont des missiles à carburant liquide, donc moins rapides à mettre en oeuvre (voir figure 4 infra), et dotés d'un CEP tout aussi médiocre que celui du SS-N-6.

Figure 4 - La technologie soviétique et russe des SLBM à propergol solide

R-23RM/SS-N-23 (sur *Delta-IV*) et R-39/SS-N-20 (sur *Typhoon*) sont tous deux constitués de trois étages, capables de transporter jusqu'à 10 ogives nucléaires de 100 kt. à quelque 8 500 kms (soit une charge utile comprise entre 2 800 kg et 2 550 kg). A caractéristiques opérationnelles similaires, le R-39 est pourtant beaucoup plus volumineux que le R-23RM (90 t. contre 40 t.), une différence qui s'explique par le fait que le R-39 utilise pour sa propulsion du propergol solide. Dans les années 1970, l'URSS maîtrise mal cette technologie. A charge utile identique, un missile utilisant ce type de carburant devait donc, à l'époque, être plus grand et plus lourd. Les missiles à propergol solide, s'ils ont une impulsion spécifique (Isp) moindre que ceux à ergol liquide, ont une poussée initiale au lancement supérieure à ces derniers et sont aussi plus compacts, dès lors que la technologie est maîtrisée. Les propergols solides offrent également des avantages en termes de maintenance, de sécurité et de rapidité de lancement, ce dernier facteur étant crucial pour un SNLE dont les chances de survie après détection par un SNA ou par un navire ASM ennemi alors

⁴⁶ Voir fiche Wiki : <https://fr.wikipedia.org/wiki/GIUK>.

⁴⁷ Le carburant de ces missiles (couple tétr oxyde d'azote et diméthylhydrazine/UDMH) est extrêmement volatil, corrosif et toxique. Ce carburant a le rendement assez faible, mais peut être stocké sur de longues périodes et permet, sans dispositif spécifique, des mises à feu répétées. Bien que ces missiles étaient équipés d'un système de remplissage scellé en usine, une éventuelle dépressurisation des réservoirs de carburant représentait l'une des menaces les plus graves pour le SNLE. Voir : <https://topwar.ru/25277-puti-razvitiya-rossijskih-ballisticheskikh-raket-podvodnyh-lodok.html>

qu'il se trouve en pleine phase de tir sont réduites. Ces missiles sont aussi moins complexes (moteurs sans pièces mobiles). Les premiers travaux soviétiques, civils (espace) et militaires, dans ce domaine datent de la fin des années 1950⁴⁸ et débouchent sur le développement de missiles sol-sol à courte portée de la famille des *Scud* (SS-12), par exemple. A la fin des années 1960, un premier ICBM à carburant solide, le SS-13, entre en service, mais sa portée et sa précision demeurent inférieures à celle des ICBM américains. De vrais progrès sont réalisés une décennie plus tard, grâce aux travaux de bureaux d'études comme le KB Arsenal ou le NPO Iskra. Ceux-ci permettent à l'URSS de produire des propergols solides plus stables et de meilleure densité énergétique. L'ICBM SS-20 (à ne pas confondre avec le SLBM SS-N-20), le missile de la crise des « Euromissiles », déployé en 1976, constitue une grande avancée, mais c'est le SS-25 *Topol* qui, au milieu des années 1980, représentera pour l'URSS la vraie rupture technologique et militaire, même s'il n'emporte encore qu'une seule ogive. Au tout début des années 1980, la FOST soviétique dispose de 2 SLBM à propergol solide : les SS-N-17 et SS-N-20. L'expérience acquise sur ces 2 missiles explique le développement rapide du R-30 *Bulava* (voir infra).

La Marine soviétique (VMF) réagit et entreprend (1975) de développer un SLBM moderne à carburant solide capable d'emporter plusieurs ogives. Salt-I ne mettant pas de frein au développement de nouvelles technologies, on l'a vu, deux projets parallèles sont alors lancés⁴⁹. Le premier, celui d'un petit SLBM, comparable en taille et en poids au *Trident-1* américaine (10m pour 26t.), piloté par le TsKB-7 Arsenal, débouche en 1980 sur le R-31/SS-N-17 qui, s'il mène à une impasse opérationnelle⁵⁰, contribue toutefois à la maîtrise par l'URSS de la navalisation des missiles à carburant solide. Le second projet, porté par le très chevronné SKB-385 Makeyev⁵¹, est autrement plus ambitieux : il s'agit d'un projet de gros missile qui donne naissance en 1983, comme on l'a vu ci-dessus, au R-39/SS-N-20⁵² des SNLE *Typhoon*. Le *Typhoon* est avec ses vingt R-39, chacun équipé de 4 à 10 ogives, la réponse soviétique au système d'armes américain *Ohio/Trident-1* (20 missiles à 8 ogives par SNLE). Venant en complément des divers programmes de modernisation des SLBM de la famille des R-29 (SS-N-18 puis SS-N-23), le SS-N-20 offre également à la FOST soviétique, pour la première fois de son histoire, la possibilité de mettre en œuvre deux systèmes d'armes modernes aux capacités technico-opérationnelles complémentaires, notamment la

⁴⁸ Pour plus de détails voir : <https://www.globalsecurity.org/wmd/world/russia/r39m.htm>

⁴⁹ Voir (en russe) : <https://topwar.ru/95388-raketnyy-kompleks-d-11-s-ballisticheskoy-raketoj-r-31.html>

⁵⁰ Dans le cadre de Salt-I, le R-31/SS-N-17 était toutefois condamné. S'il est déclaré opérationnel en 1979, sa portée (4 200kms) et sa charge utile sont deux fois inférieure à celle du R-29/SS-N-8 à carburant liquide, pour une masse au lancement identique et un CEP médiocre (1,4km). Il ne sera déployé qu'un bord d'un seul SNLE Yankee modifié (le K-140 du projet Yankee 667AM Navaga-M) qui effectuera à partir de décembre 1976 27 essais à la mer du missile. Le R-31 était destiné à terme au projet de SNLE 999 de nouvelle génération que développait dans le même temps le SPMBM Malakhit, projet également abandonné en 1974, probablement, là encore, sous l'influence de Salt-I.

⁵¹ Makeyev, du nom de l'ingénieur en chef, est à l'époque le principal concepteur de missiles navals (SS-N-6, 8, 18, 23), tous à carburants liquides, le SS-N-20/R-39 étant l'unique exception.

⁵² Makeyev n'abandonne pas pour autant (influence Salt II) la technologie des carburants liquides et continue, de concert avec le TsKB Rubin, la modernisation des SNLE Yankee (Delta-I, II, III et IV) et de leur SLBM (SS-N-6, 8, 18 et 23).

possibilité de trajectoires déprimées ou non-standards⁵³ qui permettent à la FOST soviétique de cibler spécifiquement les forces de l'OTAN en Europe occidentale en demeurant hors des champs du traité FNI, signé en 1987⁵⁴.

En mars 1987, alors que le traité Salt II est arrivé à son terme depuis deux ans, le KB Makeyev lance, en réponse à l'apparition du *Trident-II* américain, la modernisation de son R-39/SS-N-20 sous le nom de R-39M *Bark*⁵⁵. La fiche de caractéristiques militaires (FEM) du missile se veut ambitieuse : le *Bark* doit avoir une masse 40% inférieure à celle de son prédécesseur⁵⁶, être plus précis (soit un CEP inférieur à 500 m), moins cher à construire et à opérer, porter plus loin (10 000 kms) et être mieux protégé contre les défenses ABM (aides à la pénétration). En mai de la même année, un décret budgétise la modification du système de combat des *Typhoon* pour leur permettre de tirer le nouveau missile. Un premier *Typhoon* (le TK-208) entre en refonte en septembre 1989 au chantier naval SevMash de Severodvinsk (oblast d'Arkhangelsk), mais les travaux s'arrêtent deux ans plus tard, peu après la chute de l'URSS. Le TK-208 restera quatorze ans au chantier⁵⁷.

Chez Makeyev les travaux sur le *Bark* n'en continuent pas moins. La FEM est modifiée pour ramener le nombre de têtes de 10 à 8 (cadre Start I), tandis que sont dupliquées en Russie les chaînes de montage du premier étage et la production de propergol solide⁵⁸. Les

⁵³ SS-N-23 à l'époque. Une trajectoire déprimée consiste à ajuster la propulsion, l'angle de lancement et la phase de vol (poussée des moteurs notamment) d'un missile pour maintenir une altitude basse lui permettant de demeurer plus longtemps masqué par la courbure de la terre. Après la phase de poussée, le missile suit une trajectoire quasi-horizontale à basse altitude avant de plonger vers sa cible. L'apogée du missile est donc bien plus basse qu'un tir normal et son temps de vol est plus court, mais la charge utile emportée est moindre. Il s'agit de compliquer l'interception du missile ou de ses ogives par la défense antimissile et les radars adverses. Les missiles à propergol solide sont mieux adaptés aux trajectoires déprimées car ce type de carburant permet un contrôle plus précis de la poussée contrairement au carburant liquide, plus puissant, mais plus complexe à ajuster en vol. Dans le cadre de la suspension par la Russie du traité New Start, le fameux missile Oreshnik pourrait tout à faire être un ICBM tiré « en trajectoire déprimée » plutôt qu'un « véritable » IRBM.

⁵⁴ Sortons ici de notre « eurocentrisme » et rappelons que la Russie, comme l'URSS avant elle, développait des SLBM non seulement destinés au théâtre Europe/côte est des Etats-Unis (missiles tirés depuis la partie occidentale de la Russie/mer de Barents/mer de Norvège), mais aussi au théâtre Pacifique (missiles tirés depuis l'Extrême-Orient russe et la mer d'Okhotsk vers la côte ouest américaine). Le FNI supprime les missiles dont la portée est comprise entre 500 et 5500kms (exit, donc, SS-20 soviétiques et Pershing américains).

⁵⁵ Le nouveau missile prend tout d'abord le nom de R-39M Grom (M pour « modernisé ») dans sa phase de développement, puis de R-39UTTH *Bark* (UTTKh pour « caractéristique tactique et technique améliorée ») quand il est décidé de l'intégrer au SNLE en développement qui deviendra le Borey (voir infra). Les appellations diffèrent selon les sources : 3M91 *Bark*, RSM-52V ou RSM-52.2 avec système de combat D-19UTTKh, « objet 9L-91 » et Variant (presse russe). L'appellation SS-NX-28 aurait été donnée par l'OKB Makeyev lui-même et n'est pas une appellation OTAN. Il semble qu'il y ait eu initialement 2 versions du *Bark* : la R-39 *Bark-Vest*, un petit missile de 20 à 30t., à carburant solide et liquide (les 2 versions semblent avoir été étudiées simultanément) et équipé d'une seule tête contrôlable, et le R-39UTTKh *Bark-Ost*, un gros SLBM doté de 10 ogives de 200 kt, avec une furtivité réduite dans les spectres radar et infrarouge, qui sera finalement choisi. Voir (en russe) : <https://missilery.info/missile/r39> et <https://web.archive.org/web/20150222171630/http://paralay.com/935.html>

⁵⁶ Soit entre 50 et 60t. et 12m ou lieu de 16m. Des matériaux composites sont utilisés pour alléger les coques des deux premiers étages et un alliage en titane pour celle du 3^{ème}.

⁵⁷ Jusqu'à sa sortie en juin 2002 après avoir été une nouvelle fois refondu cette fois pour effectuer les premiers essais du Bulava (mise au standard 941UM).

⁵⁸ Le *Bark* utilisait le 1er étage de l'ICBM soviétique RT-23/SS-24, construit et conçu, sous l'URSS, en Ukraine (KB Yuzhnoye). La Russie a également dû dupliquer sur son territoire le développement des ogives nucléaires des ICBM et SLBM. A l'époque soviétique, en effet, celui-ci relevait de 2 entreprises ukrainiennes, le KB Yuzhnoye de Dnepropetrovsk, et de l'OKB-692-Elektropribor de Kharkov.

premiers essais du missile débutent en 1992 au centre d'essais Missiles de la marine à Nenoksa⁵⁹, près de Severodvinsk, et durent jusqu'en novembre 1997. Tous sont des échecs⁶⁰. Une commission est créée la même année qui, tout en critiquant la « *conception ancienne* » du missile, n'en prône pas moins la programmation « *jusqu'en 2007* » de onze nouveaux essais en vol à partir de deux SNLE *Typhoon* spécialement modifiés.

Parallèlement, pourtant, certains cercles, peut-être sous la pression des RVSN, mais plus sûrement d'un bureau Budget du ministère de la défense inquiet de l'envolée des coûts du programme alors que frappe la crise économique⁶¹, commencent à évoquer son abandon et le transfert de la conception des SLBM à l'Institut de Thermodynamique de Moscou (MIT), pourtant spécialiste des missiles terrestres à carburant solide. En novembre 1997, le Premier ministre V. Tchernomyrdin reçoit une lettre signée de son adjoint, Y. Urinson, et du maréchal I. Sergeev, ministre de la Défense, dans laquelle les deux hommes lui demandent de tenir compte de l'état de l'économie russe et de faire du MIT le principal concepteur des missiles stratégiques de la triade nucléaire. Après 10 milliards de roubles dépensés, un missile qui se révèle *in fine* trop large pour les tubes des *Typhoon* auxquels il est pourtant initialement destiné⁶², après l'échec des premiers essais et une crise économique qui menace de plonger le pays dans le chaos, le programme *Bark* est officiellement abandonné à l'automne 1998 alors qu'il était achevé à plus de 70%⁶³. **C'est un nouveau coup dur pour la FOST** : le *Bark* était non seulement destiné à équiper trois des six *Typhoon*, mais aussi, à plus long terme, le SNLE futur alors en développement, celui qui deviendra bientôt le *Borey*. Déjà très impactée par l'effondrement de ses budgets – ses sous-marins, comme les autres navires de la marine, d'ailleurs, ne prennent presque plus la mer – la crédibilité de la FOST russe ne repose désormais plus que sur les seuls missiles SS-N-23 des *Delta-IV* et SS-N-18 (mod 2 et 3) des *Delta-III* entrés, respectivement, en service en 1986 et en 1977 et qui, par conséquent, commencent à accuser leur âge face à une US Navy qui, au même moment, dispose depuis presque dix ans d'une version très améliorée de son excellent *Trident-1*, le *Trident-II D5* des SNLE de la classe *Ohio*, et travaille déjà à sa modernisation.

Peu après l'abandon du projet *Bark*, un appel d'offre est lancé en urgence auquel répondent le MIT et l'OKB Makeyev, ce dernier,

⁵⁹ Le Centre d'essais missiles de la marine de Nenoksa se situe à quelque 40 kms à l'ouest de Severodvinsk au bord de la mer Blanche. Connu en argot militaire sous l'appellation de « 9^{ème} » ou de « Sopka » (monticule), il a été créé en 1954. Tous les missiles de la marine y sont testés, du missile de croisière, à l'antinavire en passant par les SLBM.

⁶⁰ Les deuxième et troisième étages du missile utilisaient un carburant solide et un liant (TTF-56/3) produits en Ukraine, ce qui va rapidement devenir un casse-tête au moment des essais. Certaines variantes testées sous le nom *Bark* pourraient avoir intégré des substituts développés en Russie pour résoudre ces problèmes.

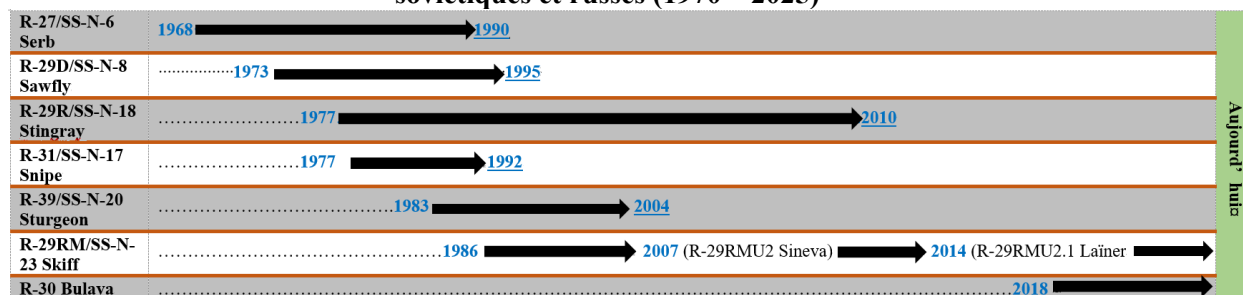
⁶¹ À partir de 1997, la baisse des prix des matières premières aggrave une situation économique russe déjà dramatique (hyperinflation, réformes ratées...). En août 1998 la crise économique éclate, provoquant, notamment, chômage, chute du niveau de vie, dévaluation du rouble, défaut de paiement sur la dette intérieure, tandis qu'est mis en place un moratoire de 90 jours sur le remboursement de certaines dettes extérieures. Cette dette minera la confiance dans le gouvernement de B. Eltsine et jouera un rôle dans l'arrivée au pouvoir de V. Poutine.

⁶² Selon certaines sources, le missile se serait révélé ... trop large de deux centimètres pour les tubes des *Typhoon*. Voir : <https://www.globalsecurity.org/wmd/world/russia/r39m.htm>

⁶³ *Nezavisimaya Gazeta* du 12 mai 2000 - "Синева" поднимется над морем.

semble-t-il, avec un projet de modification du *Bark* appelé « *Bulava-45* » (voir infra). Le MIT l'emporte et son directeur, l'ingénieur Yuriy Solomonov, se voit confier la tâche de concevoir un missile commun à la FOST et aux RVSN, avec l'appui technico-opérationnel du 4^{ème} Institut de recherche central du MINDEF⁶⁴. Fait notable : aucun de ces deux instituts n'a jamais développé de missiles navals.

Figure 5 - Entrée en service et retrait des SLBM soviétiques et russes (1970 – 2025)



Le projet de SNLE *Borey*...

Quelques mois avant que ne débutent les travaux de développement du *Bark*, une spécification technique de besoin⁶⁵ avait été émise auprès du TsKB MT Rubin pour développer un nouvel SNLE capable de remplacer entre 2010 et 2020 les *Delta-III* et *IV* dans un premier temps, puis les *Typhoon* dont personne à l'époque n'imaginait le retrait précipité. Il s'agit du projet *Borey* (ou *Kasatka* comme le nomme la presse russe de l'époque), initialement constitué, semble-t-il, de deux designs parallèles (projets 955 et 935) peut-être adaptés aux deux missiles du projet *Bark* (voir note de bas de page 54). Selon d'autres sources, 935 pourrait être le nom du projet adapté au *Bark* (jusqu'en 1998) et 955 la codification prise au moment où l'état-major décide d'installer le *Bulava* à bord des *Borey*⁶⁶.

Les spécialistes, à l'époque, se contredisent sur les origines du *Borey*. D'aucuns y voient une itération à simple coque des SNLE *Typhoon*⁶⁷, affirmation renforcée par le fait même que le *Borey* était à l'origine conçu⁶⁸ pour emporter le SLBM *Bark* (voir infra), comme ces derniers. D'autres experts évoquent une itération 40% plus longue du SNA/SSGN de 4^{ème} génération *Yasen* (projet 885), également en développement à l'époque, hypothèse qui pourrait faire sens étant donné la volonté de la Marine soviétique, puis russe, d'homogénéiser ses classes de sous-marins pour des questions de coûts de construction et de logistique⁶⁹. Quoi qu'il en soit, le design originel, celui de la fin

⁶⁴ A.L. Dubrovin, « Небоеспособная ракета уже разгромила подводный флот и ряд ведущих НИИ », nvo.ng.ru du 11 décembre 2009.

⁶⁵ 1^{ère} phase de la construction d'un navire. Fixe les objectifs attendus en matière de capacités opérationnelles, de budget, de calendrier, etc.

⁶⁶ Les numéros de projet (projet 955, 885, etc.) sont des désignations techniques mises en place par les bureaux d'études soviétiques, puis russes, pour nomenclaturer les classes de navires.

⁶⁷ Les *Typhoon* étaient dotés de 2 coques épaisses cylindriques parallèles insérées dans une coque extérieure formant kiosque.

⁶⁸ Voir les déclarations en janvier 2000 du contre-amiral V. Makeyev, directeur du centre d'essais missiles de la flotte du Nord, à Nenoksa.

⁶⁹ Rationalisation des processus industriels et limitations des coûts d'investissements dans de nouveaux équipements (gabarits, machines-outils, etc.)

des années 1980, montre un sous-marin à deux lignes d'arbres, similaire dans son allure générale au *Delta-IV*, à peine plus long (170 m contre 166 m), mais avec un déplacement en plongée supérieur de 30% et une coque épaisse surélevée au-dessus des compartiments missiles pour pouvoir accueillir le *Bark*, plus haut que le SS-N-23. Le *Borey* pourrait donc, tout aussi bien, n'être qu'un « *Delta-V* », hypothèse somme toute plausible dans la mesure où en construction sous-marine les bureaux d'études et les chantiers privilégient l'innovation incrémentale, c'est-à-dire l'utilisation de technologies éprouvées afin de réduire les risques, les coûts de développement et de fabrication, la formation et l'interchangeabilité des équipages⁷⁰. De plus, *Delta-IV* et *Borey* partagent le même bureau d'étude, le TsKB Rubin, tandis que les *Yasen* ont été conçus par le bureau d'études concurrent, le SPMBM Malakhit⁷¹.

Au début des années 1990, la marine soviétique, puis russe, continue à voir grand malgré les difficultés qui s'annoncent, et envisage la construction de quatorze *Borey*, soit le nombre exact de *Delta-III* alors en service. Ces nouveaux sous-marins – dont la première unité, estime-t-on à l'époque, devrait être lancée vers l'an 2000 – auraient un coût unitaire inférieur de moitié à celui, par exemple, d'un *Ohio* américain (2Md\$)⁷², soit quelque 700 millions de \$ en incluant les dépenses de développement (270 millions \$). La construction du premier de la série, le K-535 débute en novembre 1996 alors que la deuxième phase de la campagne d'essais du missile *Bark*, qui doit constituer son système d'armes à raison de douze SLBM par sous-marin, vient de débiter. Emblématique d'une nouvelle Russie déssoviétisée, il prend peu après un premier nom de *Sankt-Peterburg*, avant d'adopter son nom actuel de *Yuriy Dolgorukiy*, du nom du grand-prince de la Rus' de Kiev, fondateur de Moscou.

Figure 6 - Le SNLE *Borey*

Les SNLE russes et soviétiques sont traditionnellement équipés d'une coque extérieure⁷³ (ou coque fine hydrodynamique) volumineuse pour des raisons liées à leurs zones d'opérations (protection contre les glaces dérivantes, les mines...), aux nécessités de stabiliser le navire dans des conditions météo extrêmes et dans une eau de mer dont la densité varie considérablement (mélange eau douce-eau salée notamment), mais aussi pour des raisons opérationnelles (l'espace entre les deux coques permet l'embarquement de réserve de nourriture/carburant, d'armement, équipements divers (sonar, bouées, antennes, ballasts...) et de commodités de l'équipage (salle de sport, sauna, etc.). La coque extérieure permet également d'économiser de l'espace à l'intérieur de la coque épaisse. Le *Borey* n'échappe pas à la règle : d'une longueur de 170m et d'un maître-bau (13,5m) similaires à ceux d'un *Ohio* américain, par exemple, le SNLE russe déplace 14 700t. en surface et 24 000t. en plongée, contre, respectivement, 16 000t. et 18 000t. pour l'américain.

⁷⁰ Sur la construction des sous-marins, voir : Alain Bovis, « la technologie des sous-marins » (Défense expert, hors-série n°4).

⁷¹ *Yasen* et *Borey* partagent un même maître-bau : 13,5m. Le maître-bau du *Delta-IV* est de 12,3m.

⁷² Le coût des unités suivantes (*Borey-A*) s'approcherait toutefois de celui des SNLE occidentaux. Voir : « SSBN Borei Class Nuclear-Powered Submarines - Naval Technology »

⁷³ La coque externe (ou carénage extérieur) est conçue pour donner au sous-marin une meilleure forme hydrodynamique, tandis que la coque dite résistante/coque épaisse est destinée à abriter l'équipage et les équipements internes.

Premier de la classe des *Borey*, le K-535 *Yuriy Dolgoruki* en est aussi le prototype dans la mesure où, dans le domaine de la construction de sous-marins, on ne construit généralement pas de prototype, car son coût réduirait d'une unité une série déjà limitée et très coûteuse. Le premier sous-marin de chaque classe joue donc ce rôle et les défauts et erreurs techniques, etc. décelés sur ce premier sous-marin sont palliés au fur et à mesure de l'avancée des travaux sur les sous-marins suivants. Pour des raisons d'abaissement des coûts, les 3 premiers SNLE de la série ont été construits avec des sections de SNA *Akula* (K-480, K-337 et K-333) et de SSGN *Oscar* (K-160 *Barnaul*) inachevés ou désarmés. La section de la coque interne doit donc être, en toute logique, du même diamètre que celle de ces sous-marins, soit environ 11 m.

A partir du 4^{ème} exemplaire, la série a été portée au standard *Borey-A*, plus moderne, plus silencieux, et à la ligne générale légèrement modifiée (voir figure infra).

Le *Borey* abandonne le design des sous-marins soviétiques pour adopter celui des sous-marins occidentaux. Dans sa version *Borey-A*, le bâtiment n'est d'ailleurs pas sans rappeler, par sa ligne générale, le SNA américain de type *Virginia* avec ses barres de plongée avant installées sur la coque et le décrochement hydrodynamique (congé de raccordement) reliant le massif à la coque, même si le massif lui-même reste bas, et carré comme ceux des SSGN *Oscar*. La « bosse carrée » des *Delta-IV*, qui marquait l'emplacement des tranches « missiles », est fortement atténuée, noyée dans la coque extérieure, tout comme le décrochement très prononcé de la proue, sous le massif, générateur de bruits en plongée. Les barres de plongée avant, déportées sur la coque, favorisent les changements d'immersion et permettent une utilisation en secours en cas d'avarie des barres arrières, mais pourrait générer des interférences sur les antennes d'étrave et de flanc tout en étant davantage exposées aux chocs (accostage, glaces dérivantes...). Elles sont donc rétractables. Le *Borey* perd également la 2^{ème} ligne d'arbre du *Delta-IV* et est doté d'une pompe-hélice, une première en Russie, à l'instar des SNLE occidentaux les plus modernes (*Vanguard* britannique et *Triomphant* français notamment).

Dans sa version améliorée (*Borey-A*), le *Borey* est équipé d'un réacteur à eau pressurisée (VVER) de 4^{ème} génération à uranium ou oxyde d'uranium fortement enrichi, comme sur les sous-marins à propulsion nucléaire américains ou britanniques, ce qui permet un cycle de vie du cœur (sans rechargement) compris entre 20 et 30 ans⁷⁴.

L'armement est composé de 16 missiles *Bulava*, chacun théoriquement équipé de 6 têtes, soit 96 têtes embarquées. Le *Bulava*, comme le SS-N-23 *Läiner*, peut être tiré sous une couche de glace de 1 à 2 mètres d'épaisseur, selon les sources, c'est-à-dire dans des zones maritimes appelées « polynies »⁷⁵. L'armement secondaire, qui sert à l'autodéfense du navire, comprend un panachage de torpilles et de missiles tactiques (antinavires et ASM) à changement de milieu, de leurres, et au moins un système antiaérien portable courte-portée (SATCP), tirable uniquement depuis la surface.

L'équipage réduit des *Borey-A* (107 hommes) par rapport à ceux des SNLE occidentaux interroge⁷⁶. Il peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

⁷⁴ A contrario, par exemple, la France a choisi sur ses *Triomphant* et *Baracuda* des réacteurs à uranium faiblement enrichi, de qualité civile, c'est-à-dire à moins de 20% d'U-235.

⁷⁵ La polynie est une zone d'eau claire (ouverte) dans la couverture de glace d'une rivière ou dans les champs de glace flottants de la mer ou d'un lac (une zone non gelée ou dégelée à la surface d'une rivière ou d'un autre plan d'eau).

⁷⁶ 107 hommes. contre 120 h. à bord du *Delta-IV*, mais 150 à bord d'un *Ohio* américain ou 112 sur un *Triomphant* français, pourtant 30 m plus court.

- a) Automatisation poussée des systèmes, notamment de la partie propulsion. C'est également le cas sur le nouvel SNA *Yasen* (*contra : rien dans la littérature de source ouverte permet d'affirmer que les sous-marins russes seraient plus automatisés que leurs homologues occidentaux*).
- b) Espaces de vie restreints pour l'équipage⁷⁷ en raison de systèmes/équipements internes volumineux. Hypothèse qui fait sens si le *Borey* n'est qu'un « gros *Yasen* » (voir supra), c'est-à-dire un *Yasen* allongé pour accueillir deux tranches missiles et les équipements afférents (système de combat/DLA⁷⁸).
- c) Difficultés chroniques à recruter les équipages de sous-marins et à les payer (calculer au plus juste les effectifs des *Borey* permettrait d'armer d'autres sous-marins). Signe de ces difficultés, le fait que les *Borey*, comme avant eux les SNLE soviétiques et russes (*Typhoon*, *Delta*, etc.) ne semblent pas disposer, du moins pas tous, de deux équipages (bleu et rouge) comme en Occident. Le fait est avéré pour les SNA et les SSK où un seul équipage peut ainsi armer deux sous-marins qui ne prennent donc la mer qu'à tour de rôle et après le repos de l'équipage. Le service « missiles », chargé de la maintenance des SLBM *Bulava* pourrait, par contre, être doublé, selon certaines sources.
- d) Absence d'une véritable maîtrise⁷⁹, facteur qui fait peser sur le corps officier la constitution des équipages.
- e) Un commandement qui privilégie les opérations au détriment de la maintenance des équipements et de la sécurité des bords.
- f) Patrouilles, semble-t-il, moins longues et moins régulières que celle des SNLE occidentaux, facteur induisant un moindre besoin en maintenance des systèmes à la mer. La durée des patrouilles, selon les sources ouvertes disponibles, semble, en nombre de jours de mer, effectivement inférieure à celles des SNLE occidentaux (en moyenne une soixantaine de jours⁸⁰) et sont assurées généralement par deux, plus rarement trois SNLE, par théâtre maritime (Pacifique et mer de Barents/Norvège), ce qui semble suffisant pour assurer une permanence à la mer crédible⁸¹. Ce ratio devrait toutefois augmenter au fur et à mesure de l'admission en service des *Borey*.

Il est probable que la furtivité améliorée du *Borey* lui permet, au besoin, de patrouiller en dehors des traditionnelles zones dites « du bastion »⁸². En 2013, la marine évoquait d'ailleurs une reprise des patrouilles dans les mers australes, en dehors, donc, de la mer d'Okhotsk⁸³. Selon la propagande russe la discrétion en plongée du *Borey*

⁷⁷ A titre d'exemple, l'espace de vie réservé aux 112 membres d'équipage d'un SNLE Triomphant est de 800m², soit 7m² par membre d'équipage.

⁷⁸ Direction de Lancement d'Armes (conduite de tir missiles).

⁷⁹ Sur les 107 membres d'équipage du *Borey-A*, 55 sont des officiers, contre 16 seulement sur un Triomphant français (sur 112h.) par exemple.

⁸⁰ On notera que l'autonomie du *Borey-A* est de 60 jours seulement (Sevmash.ru, n°4 2019), contre 90 jours pour la première version du *Borey*. Le record mondial du nombre de jours de patrouille (204 jours !) est détenu depuis mai 2025 par un SNLE britannique de la classe Vanguard, record qui marque surtout le manque d'équipages et de navires opérationnels de la Royal Navy. La patrouille de « 90 jours » effectuée entre juin et septembre 2025 par le 7^{ème} *Borey*, l'*Alexandre-III*, pourrait être exceptionnelle par sa durée.

⁸¹ La permanence à la mer (missions CASD/Continuous At-Sea Deterrence) repose essentiellement sur les 8 *Borey* aujourd'hui opérationnels. Les autres SNLE, des anciennes classes Delta-IV (5 ex.) sortent a priori peu et essentiellement pour effectuer des essais de tirs missiles : voir note de bas de page 5.

⁸² Le « bastion », dans la stratégie navale soviétique et russe, est cette partie de la mer de Barents comprise, grosso modo, entre la Nouvelle-Zemble et le Svalbard, et dans le Pacifique, la mer d'Okhotsk, où patrouillent les SNLE russes, à l'abri derrière un rideau de SNA/SSK, de navires ASM, d'aéronefs, de systèmes fixes d'écoute passive très basse fréquence (bouées, microphones sous-marins...) et de mines.

⁸³ Voir les déclarations de l'amiral Viktor Kravchenko, ancien CEMM, UPI 2 juin 2013 (Russian nuclear subs to return to southern oceans in 2014 - UPI.com)

serait « cinq fois inférieure à celle des sous-marins de 3^{ème} génération de la classe Akula » et « deux fois inférieure à celle des nouveaux SNA américains de la classe Virginia »⁸⁴, affirmations par nature invérifiables en source ouverte et, quoi qu'il en soit, techniquement fallacieuses.

Figure 7 - Différences entre *Borey* (pr.955) et *Borey-A* (pr. 955A)



K-535 «Yuriy Dolgorukiy» (projet Borey/09551 ou 955)

Tubes lance-torpilles : 8 – gouvernails verticaux identiques à ceux des SSGN Oscar – Carénage de l'antenne linéaire remorquée sur safran arrière supérieur – Partie supérieure avant du massif inclinée (présence d'un capteur sonar)



K-549 «Knyaz Vladimir» (Projet Borey-A/09552 ou 955A)

Tubes lance-torpilles : 6 – Barres de plongée arrières avec stabilisateurs verticaux (en russe : « Shayby ») (comme sur les *Ohio* ou les *Triomphant* français par exemple) qui portent également l'antenne remorquée et, possiblement, une antenne de transmission – Nouveau sonar (antenne) de flanc passif le long du compartiment missiles inséré dans la double coque (MG-541EM) – Massif de forme différent – revêtement anéchoïque – systèmes de transmission et de contrôle d'armes plus avancés – discrétion acoustique améliorée.

Auteur des schémas : Mike 1979 Russia

Echec du *Bark* et entrée en scène du *Bulava*

L'abandon du *Bark* fin 1998 provoque la suspension pour plusieurs mois de la construction du K-535 *Yuriy Dolgorukiy*, déjà bien avancée, et vient plomber le calendrier de remplacement des 14 *Delta-III*, dont les plus anciens exemplaires commencent depuis trois ans à être désarmés, et de leurs SLBM SS-N-18. Pour pallier le trou capacitaire qui s'annonce, la Marine va dans un premier temps (mars 2000) accélérer le calendrier de modernisation du missile R-29RM/SS-N-23 des *Delta-IV* pour le porter au standard R-29RMU *Sineva*. La budgétisation de cette modernisation, décidée douze ans après l'entrée en service (1986) du SLBM, relève d'une logique incrémentielle, mais n'était pas prévue si tôt. Dans un deuxième temps, elle décide de lancer la conception d'un petit missile à propergol solide : le programme 3M30 *Bulava* (RSM-56) entre en scène.

Notons que sur fond de crise économique dramatique (1998), le choix d'un petit missile naval à carburant solide fait sens :

- Les progrès réalisés sur les carburants solides, notamment à bord des ICBM, permettent dorénavant à la Russie de développer un petit SLBM compact, aux capacités opérationnelles semblables à celles du SS-N-23 pourtant plus long (15 m contre 12 m pour le *Bulava*) et plus lourd (40 t.

⁸⁴ Voir : « Современные подводные лодки ВМФ России »

contre 36 t.), moins coûteux aussi à fabriquer dans un contexte économique tendu.

- Plus petit et moins lourd que le *Bark*, le *Bulava* peut aussi être installé à raison de 16 unités à bord des *Borey* (contre 12 pour le *Bark*), ce qui permet d'emporter un même nombre d'ogives même en équipant le *Bulava* de seulement six têtes (contre huit pour le *Bark*). A terme, il était également prévu, on l'a vu supra, d'équiper trois SNLE *Typhoon* avec le *Bulava*, permettant, à terme, une homogénéisation bienvenue du parc de missiles de la FOST ;
- Avec une charge utile maximale de 1 150kg seulement (pour 6 petites ogives de 100kt *in fine*, les aides à la pénétration, le bus...) le *Bulava* respecte l'esprit de Start-I qui vise à empêcher une sous-déclaration de la capacité réelle d'emport des SLBM (dans l'enveloppe globale de 3 600 tonnes métriques attribuée à la Russie) tout en maintenant une capacité de dissuasion crédible ;
- Le CEP du nouveau missile *Bulava* est précis (250 m environ) et le missile peut être tiré selon un angle prononcé, avantage pour un SNLE, et adopter une trajectoire quasi-balistique.
- Il partage, enfin, et c'est sans doute un point déterminant, une certaine communalité⁸⁵ technologique avec le SS-27 RS-12M2 *Topol-M* en silo (1^{er} étage, même carburant solide, même puissance de lancement et système de guidage/navigation) et avec le SS-27 Mod2 *Yars* (ogives), et les mêmes chaînes de montage (usine de Votkinsk). La communalité affichée entre *Topol* et *Bulava* impliquait que ce dernier pourrait bénéficier des technologies développées pour le premier (manœuvres évasives, contremesures de mi-course, leurres, têtes protégées contre les IEM), tout en emportant 2 à 3 têtes de plus : 6 pour le *Bulava* contre 3 à 4 pour le *Topol-M2*).

La décision de confier au MIT le développement d'un missile naval est, toutefois, pour la Marine, lourde de conséquences techniques et financières. Elle implique, une fois connues les caractéristiques techniques du futur missile :

- une refonte du système de combat/DLA⁸⁶ et des tranches missiles du premier *Borey* en construction (on passe de douze à seize SLBM), une révision complète du devis de masse, des systèmes de production d'énergie, de la forme de la carène avec un impact sur la vitesse, la stabilité, la discrétion acoustique, etc.
- la modification d'urgence d'un *Typhoon* (ce sera le TK-208 *D. Donskoy*, celui-là même qui avait servi aux essais du R-39/SS-N-20 au début des années 1980) pour en faire une plateforme d'essais *Bulava* (mise au standard 941UM du SNLE). Le sous-marin sera partiellement modifié entre 1998 et 2002 et recevra

⁸⁵ En juillet 1998, Nikolay Mikhaïlov, premier vice-MINDEF en charge des achats, évoque une communalité de 70% entre le *Boulava* et le *Topol-M*, ajoutant que « dans le futur » la marine et les RVSN auront le même missile. Sur la communalité entre *Bulava* et *Topol*, voir également : *Nezavisimaya Gazeta* du 12 mai 2000 - "Синева" поднимется над морем.

⁸⁶ Direction de Lancement d'Armes.

deux silos en partie avant et le système de combat/DLA D-30 du nouvel SLBM.

- la réussite impérative du MIT à navaliser un missile terrestre (*Topol-M*).
- et, probablement, le développement d'une nouvelle tête de 100 kt⁸⁷.

Ajoutons qu'à l'époque, 1998, la Marine n'a pas fait le choix d'équiper le *Borey* avec le SS-N-23 *Sineva* des *Delta-IV* que certains analystes estimaient être le meilleur missile balistique au monde en terme de poids/poussée. Le R-29RM/SS-N-23 étant plus petit et moins lourd que le défunt *Bark*, on peut imaginer qu'il était possible de l'embarquer à bord du *Borey* sans modifications coûteuses de ce dernier. Certaines rumeurs ont, d'ailleurs, évoqué à l'époque l'existence chez Makeyev d'un projet de SS-N-23 modifié, le R-29RMU3 *Sineva-2*, pour lequel le bureau d'études aurait mis au point un système d'éjection « à sec » (à froid), ce qui en aurait fait une grande première mondiale pour un missile à ergol liquide⁸⁸.

Cela ne s'est pas fait pour plusieurs raisons :

- En 1998, le programme RMU2 *Sineva*, qui intègre certaines des technologiques développées pour le missile *Bark* (notamment son système de guidage *Malakhit-3*), n'a pas encore été lancé. Le SS-N-23 avait, dix ans après son entrée en service (1986), besoin d'une remise à niveau, mais priorité avait été donnée au *Bark* et aux ICBM. En mars 2000, après l'arrêt du programme *Bark* et le retard prévisible de son successeur, le *Bulava*, l'état-major ressort précipitamment le RMU2 *Sineva* des cartons (voir supra). Le retard pris ne sera pas rattrapé⁸⁹. Il faut relancer les chaînes de montage du SS-N-23 à l'arrêt depuis 1996 et, surtout, trouver un financement, alors même que le programme *Bulava*, prioritaire pour la FOST, monte en puissance. Le projet de *Sineva-2* éjecté à froid, évoqué à l'instant, s'il a existé, aurait été jugé trop hasardeux, trop coûteux ou pas assez mature.
- Même modernisé en version *Sineva*, le SS-N-23 repose sur une architecture générale datée des années 1970-1980, tout comme ses ogives⁹⁰, son bus et ses aides à la pénétration dont le poids important grève une charge utile pourtant très supérieure à celle du *Bulava* (2,8 t contre 1,15 t). Bien que

⁸⁷ ICBM RS-24 Yars (SS-27Mod2) et *Bulava* (puis plus tard – 2014 – SS-N-23/R-29RMU2.1 *Laïner*) partagent la même ogive de 100kt (déclaration Start). Cette nouvelle tête de faible puissance aurait été développée dans le cadre du programme « Stantsiya » lancé dès le début des années 1990 (Pavel Podvig) par le MIT en collaboration avec l'institut VNIITF (Tchelyabinsk-70). Les ogives représentant la moitié de la charge utile de 1 150kg, soit 575kg, c'est-à-dire 95kg par ogive. Celles du *Bulava* ne sont pas celles des R-29R/SS-N-18 et R-39/SS-N-20, trop lourdes (110 à 130kg) et obsolètes après le retrait américain de l'ABM. Il est probable que de nouvelles têtes ont été développées pour les 2 missiles (Yars et *Bulava*), même s'il est inhabituel pour un ICBM d'emporter des têtes de faible puissance. Sur le *Bulava*, le bus est incorporé dans le 3^{ème} étage ce qui signifie qu'il n'est pas inclus dans le calcul de la charge utile. En conséquence, la totalité des 1 150 kg pourrait être utilisée pour les ogives (Pavel Podvig), d'où la capacité théorique du missile à emporter jusqu'à 10 ogives. Notons qu'à puissance semblable, les ogives soviétiques/russes ont toujours été plus lourdes que leurs homologues américaines.

⁸⁸ http://www.militaryparitet.com/nomen/russia/rocket/balrock/data/ic_nomenrussiारocketbalrock/12/

⁸⁹ Le *Sineva* aurait dû entrer en service en 2002 mais son premier essai en vol n'aura lieu qu'en 2004 et il ne sera commissionné qu'en juillet 2007, probablement à bord du *Delta-IV* Novomoskovsk. Ses 3 premiers tirs sont tous des échecs.

⁹⁰ Notons que dans sa version *Laïner* (2014), le SS-N-23 sera capable d'emporter 10 têtes de 100kt, celles-là mêmes développées pour le RSM-56 *Bulava* et le RS-24 Yars.

testé avec 10 ogives, le SS-N-23 lors de son admission au service en 1986 (avant même que ne lui soient appliquées les clauses du traité START, donc, puis de SORT, voir infra) n'a ainsi jamais été équipé de plus de 4 ogives⁹¹, nombre qui affaiblit le ratio coût-efficacité du missile à un moment où START-II (1993) venait de donner une importance nouvelle aux SLBM. Ces lacunes ne font pas du SS-N-23, à l'époque, un successeur *ad hoc* aux huit têtes du *Bark* et encore moins aux dix du SS-N-20. Equiper un SNLE moderne avec un missile de conception ancienne, même éprouvé, ne faisait, bien entendu, pas sens.

- La Marine russe tenait probablement à conserver un panachage de SLBM à carburant solide et à carburant liquide dont les technologies et les capacités opérationnelles sont complémentaires (voir figure 4 supra). Le missile à propergol solide dispose en effet d'un rapport poids/poussée plus élevé qu'un missile à carburant liquide, facteur qui lui confère une accélération initiale plus rapide, essentielle pour les lancements sous-marins où le missile doit rapidement sortir de l'eau, ainsi qu'une manœuvrabilité accrue pendant la phase propulsée qui rend le missile plus difficile à intercepter.
- Il est possible, certaines sources russes le laissent en tout cas entendre, que le *Borey* n'aurait pu être modifié sans coûts importants (modification du devis de masse, aménagements intérieurs, système d'éjection du missile, etc.) pour, passer d'un engin à carburant solide, le *Bark*, à un engin à carburant liquide, le SS-N-23 ; sans ajouter, également, des silos pour compenser le faible nombre de têtes emportées par chaque SS-N-23, sans modifier aussi profondément le *dossier de conception préliminaire* du SNLE⁹². Notons ici que les *Delta-III* n'ont, eux non plus, pas été refondus pour embarquer le SS-N-23 *Lainer*, comme le souhaitait le CEMM russe, l'amiral Vysotskiy, en février 2012, probablement, là encore, en raison des coûts induits par la modification des sous-marins.
- Au moment où la modernisation du SS-N-23 (*Sineva*) et la conception du *Bulava* sont décidées (1998 et 2000), le Traité SORT⁹³, qui sert de transition entre START-I et New START, est déjà en cours de négociations qui vont imposer un nouveau plafond du nombre total d'ogives déployées sans toucher au nombre de missiles déployés. Développé pour emporter de façon nominale entre 4 et 10 têtes compactes, le *Bulava* maximisait la flexibilité d'un arsenal nucléaire contraint par les limites d'ogives et anticipait les contraintes des futurs traités (New START).

⁹¹ Certains analystes estiment que le ratio coût/efficacité d'une flottille de SNLE ne devient pertinent qu'avec quelque 80 têtes/SNLE, ce qui signifie que si le *Borey* avait été équipé de 12 SLBM seulement, comme cela aurait dû être le cas avec le *Bark*, alors le nombre minimum de têtes par SLBM aurait dû être d'au moins 6. Avec 16 missiles, le nombre de têtes peut être réduit à 5, voire 4, etc. Tout dépend aussi, bien entendu, du nombre de SNLE que la marine peut acheter. Ceci dit, dans les années 1970, pour des raisons techniques chaque *Delta-III* n'emportait sur ses SS-N-18 mod1 que 3 MIRV, soit 48 têtes en tout.

⁹² Donne les dimensions principales du sous-marin : longueur, diamètre, déplacement – plan des formes extérieures, disposition et volume des ballasts – architecture et échantillonnage de la coque résistante – plans généraux d'emménagement – puissance propulsive et vitesse – stabilité.

⁹³ Strategic Offensive Reductions Treaty, signé à Moscou en mai 2002 par les présidents G. W. Bush et V. Poutine

Figure 8 - Lancements « humides » et « à sec »

Les SLBM à carburant liquide et solide sont, en Russie, lancés selon des procédés différents. Le SLBM à carburant solide, comme le *Bulava* ou le SS-N-20, est éjecté selon une procédure dite en russe « à sec » (ou éjection à froid, en français). Avant le lancement, le SNLE monte à l'immersion de tir (généralement entre 50 et 30 de mètres). Puis, des pompes à gaz spécifiques créent dans le tube de lancement une pression égale à celle de l'eau de mer environnante. La porte extérieure du tube de lancement est ensuite ouverte, et le missile n'est plus séparé de l'eau de mer que par une membrane spéciale (en russe ARSS) située au sommet du tube de lancement, puis un « explosif » spécial à l'intérieur du tube de lancement, appelé « accumulateur de pression à poudre » (en russe : ПАД, пороховой аккумулятор давления), crée une gigantesque bulle de gaz autour du missile (*Kaverna* en russe). Cette bulle protège le missile de la pression et des influences dynamiques du milieu extérieur (l'eau de mer et effets de houle) et lui donne une impulsion initiale verticale. Cette impulsion contient suffisamment d'énergie cinétique pour éjecter le missile à une altitude d'environ 10 mètres au-dessus de l'eau, où l'allumage du moteur du premier étage a alors lieu.

Lors d'un lancement dit « humide » de SLBM à ergol liquide (cas du SS-N-23 *Sineva* par exemple), le tube est, au contraire, rempli d'eau de mer grâce à des pompes spéciales. Lorsque pressions interne et externe sont équilibrées, le sas du tube est ouvert et le moteur du premier étage est allumé. Un lancement « humide » est donc plus long qu'un lancement « à sec », plus dangereux pour le SNLE porteur aussi, et surtout plus bruyant, le bruit généré par le remplissage des tubes étant dissipé dans l'eau sous forme mécanique (hydrodynamique) voire par échange thermique, et signe pour un sonar ennemi la préparation d'un lancement de missile.

En confiant au MIT, c'est-à-dire au bureau d'études responsable du programme d'ICBM *Topol-M*, le développement du nouvel SLBM 3M30 *Bulava*, l'état-major pense aller vite. Il se trompe.

Jusqu'à cette année 1998, le développement des missiles de la FOST russe, à de rares exceptions, avait toujours été confié au bureau d'études *V.P. Makeyev* (MIASS, de Chelyabinsk) et au 28^{ème} Institut de recherches central du MINDEF. Pour justifier le choix étrange du MIT, certains analystes ont évoqué l'aura personnelle et l'entregent politique⁹⁴ du directeur du MIT, l'ingénieur en chef Yuriy Solomonov, ses liens avec le chef d'état-major de la Marine de l'époque, l'amiral V. Kuroyedov, le ministre de la Défense, I. Sergueyev, lui-même ancien commandant des RVSN, et le premier-ministre, V. Tchernomyrdin. Auraient également joué le manque d'ingénieurs et de techniciens qualifiés chez *Makeyev* – ce bureau d'études étant, semble-t-il, à l'époque, plus touché par les défections de cadres que son concurrent MIT⁹⁵ –, et le décès précoce de l'ingénieur concepteur du *Bark*, V. Chelomey. L'état-major aurait également pu estimer que des économies pouvaient être faites en navalisant un missile terrestre, sans

⁹⁴ A.L. Dubrovin (en russe) : https://nvo.ng.ru/armament/2009-12-11/8_bulava.html

⁹⁵ Les années 1990 ont, il est vrai, vu de très nombreux spécialistes militaires russes chercher des postes, mieux payés, dans le civil ou à l'étranger. Ceux qui restent dans les bureaux d'études militaires et les usines de la BITD n'ont pu trouver de poste civil, ils sont mal payés, quand ils le sont.

prendre en compte la complexité d'une telle adaptation. Les experts, à l'époque, évoquent ainsi une « *standardisation du Bulava* » qui le rendrait utilisable à la fois par la Marine et par les RVSN (par *standardisation*, comprendre, probablement, *communalité technologique* avec le *Topol-M2*). Le ministère de la Défense cherchait également, pour des raisons budgétaires, à sortir la BITD de sa redondance soviétique, c'est-à-dire à rationaliser les outils de production/développement, ne conserver qu'un seul bureau d'études dédié au développement des missiles stratégiques, une seule usine de production en série, en l'occurrence l'usine de Votkinsk qui fabriquerait, ainsi, à la fois le *Bulava*, le *Topol* et le SS-26 *Iskander*, l'usine de Krasnoyarsk (KrasMash), qui monte le vieux SS-N-23 étant, à terme, condamnée tout comme, probablement l'OKB historique Makeyev. Ajoutons, pour être complet, que la Marine russe cherchait depuis une trentaine d'années à acquérir un SLBM léger à carburant solide, peu coûteux, et que le MIT, justement, est un spécialiste des technologies de propulsion dites mixtes (carburant solide pour les deux premiers étages et liquide pour le dernier), maîtrise acquise de longue date sur le projet d'ICBM mobile et compact *Kurer* 15Zh59, un projet abandonné après l'arrêt du programme américain *Midgetman* en octobre 1991. Certains analystes ont également suggéré qu'en confiant le développement d'un SLBM au MIT, ce missile pourrait bénéficier d'une plus grande poussée, les ICBM russes étant traditionnellement, à poids comparable, plus puissants que leurs homologues navals.

Quoi qu'il en soit, le choix du MIT revêtait donc, à l'époque, une certaine logique, voire une logique certaine : ce bureau d'études, grâce à ses succès dans la construction des missiles à carburant solide, pouvait aider à créer un SLBM efficace, deux fois plus léger que le R-39 (SS-N-20) tout en conservant une poussée/poids considérable.

Même si, pour reprendre une expression du chef d'état-major de la marine (CEMM) de l'époque, l'amiral Tchernavin, le MIT s'est échiné à « *réinventer la roue* » et a travaillé seul, sans tenir compte de l'expérience des ingénieurs de l'OKB Makeyev⁹⁶, il n'en demeure pas moins que **la gestation du *Bulava* a été remarquablement rapide pour un SLBM foncièrement nouveau** : les études débutent en 1999 et les premiers essais d'éjection de maquettes instrumentées à l'échelle 1 quatre ans plus tard, à partir de la mi-décembre 2003 (voir figure 9 infra) depuis la plateforme d'essais missiles *D. Donskoy (Typhoon-Mod)* L'heure est à l'optimisme et certains spécialistes, s'appuyant sur la rapidité de mise au point, quelques années plus tôt, de l'ICBM *Topol-M*, estiment qu'une poignée d'essais à la mer sera suffisante avant que le *Bulava* ne soit déclaré opérationnel. Parallèlement au programme *Bulava*, la modernisation du SS-N-23 au standard *Sineva* file également bon train, même si, *in fine*, le programme, on l'a vu, aura cinq ans de retard sur le calendrier (voir note de bas de page 87).

De son côté, la construction du premier *Borey*, le *Yuriy Dolgorukiy*, mis sur cales en novembre 1996, avance à grands pas et quatre ans après le début des travaux la Marine planifie désormais son admission en service vers 2005, avant qu'il ne soit rejoint en 2010 par deux autres unités, puis par quatre en 2018. A partir de 2000, toutefois,

⁹⁶ Voir l'interview de l'amiral Tchernavin sur : <http://russiandefpolicy.wordpress.com/tag/ss-nx-28/>

le chantier naval SevMash s’enlise dans les aléas techniques, l’irrégularité des budgets et les défaillances à répétition de ses sous-traitants. Le rythme de construction s’en ressent et, bientôt, le ministre de la Défense de l’époque, S. Ivanov, en personne, n’évoque désormais plus un premier *Borey* opérationnel en 2005, mais « *fin 2007* », voire « *début 2008* ».

Figure 9 - Comparaison entre développement du *Bulava* et celui du *Sineva*

	<i>Boulava</i> R-30 3M30 RSM-56	<i>Sineva</i> R-29 RMU2 RSM-54/SS-N-23A
début du développement	début 1999	septembre 1999
1 ^{er} essai à la mer	27 septembre 2005	18 février 2004
Tir de qualification	Mai 2018	Juin 2004
Mise en service	• Juin 2012 : le SLBM est déclaré « <i>de facto</i> » opérationnel, mais « <i>de jure</i> » soumis à d’autres essais (CEMM amiral Tchirkov), • 29 juin 2018 : ASA (douteux), • 7 mai 2024 : décret officiel de recette du missile⁹⁷.	Juillet 2007 (Le SLBM aurait dû entrer en service en 2002)

Le 27 septembre 2005, le premier tir d’essai du SLBM en configuration opérationnelle à trois étages est un échec comme le seront les treize autres essais qui suivront, entre septembre 2005 et octobre 2010. Le programme a désormais pris un retard tel que l’installation du *Bulava* à bord des deux SNLE *Typhoon* encore en service (TK-20 et TK-17) est définitivement écartée. En 2005, leur flottille de rattachement (Gadzhievo) est officiellement dissoute et les deux coques laissées à quai à Severodvinsk⁹⁸.

Fin **2007**, le programme *Bulava/Borey* semble dans une impasse au point que certains experts se mettent à évoquer dans la presse la conversion du SNLE en sous-marin lanceur de missiles de croisière (SSGN)⁹⁹ et que l’OKB Makeyev fait fuiter dans la presse son vieux projet de « *Bulava-45* » (voir supra) réactualisé sous le nom de « *Bulava-47* ». En juin 2009, Sergueï Ivanov, désormais vice-premier ministre en charge de l’industrie de défense, se montre alarmiste et dénonce un programme *Borey/Bulava* qui absorbe une

⁹⁷ <https://www.rbc.ru/politics/14/05/2024/66433b759a79477ce8ee08ff>
⁹⁸ Les deux SNLE ne seront toutefois démantelés qu’à partir de 2013. Avant cette date le CEMM, l’amiral Vysotskiy (RIA Novosti du 7 mai 2010) estimait encore qu’ils disposaient d’un « bon potentiel de modernisation » (avec quel missile ?) et pourraient rester en service jusqu’en 2019. Le dernier, le TK-208 Dmitriy Donskoy, SNLE d’essais « missiles » du *Bulava*, est désarmé en 2023 après avoir été placé sous cocon dès 2011.
⁹⁹ Interfax, 14 août 2009

large partie des 40% du budget de la défense perçus chaque année par la Marine et dont l'échec minerait les plans de réarmement des forces armées tout en mettant en péril l'avenir de la dissuasion nucléaire russe et les gains obtenus lors des négociations START¹⁰⁰. Le 16 juillet 2009, après un nouvel essai raté, l'ingénieur Y. Solomonov est poussé à la démission et remplacé à la tête de la division « missiles navals » du MIT par un autre directeur de projet. Solomonov reste toutefois en charge du développement des missiles terrestres. Le programme *Bulava* continue donc, mais confus, incertain, louvoyant, soumis à de multiples rumeurs et aléas.

Figure 10 - Délais entre chaque tir jusqu'à l'admission en service du missile (+ SNLE porteur)

<i>Sens de lecture</i> →	27/09/2005 (T)	3 mois	21/12/2005 (T)	9 mois	07/09/2006 (T)
49 jours	25/10/2006 (T)	2 mois	24/12/2006 (T)	6 mois	28/06/2007 (T)
5 mois	10/11/2007 (T)	10 mois	18/09/2008 (T)	2 mois	28/11/2008 (T)
1 mois	23/12/2008 (T)	8 mois	15/07/2009 (T)	5 mois	09/12/2009 (T)
10 mois	07/10/2010 (T)	22 jours	29/10/2010 (T)	8 mois	28/06/2011 (B1)
2 mois	27/08/2011 (B1)	2 mois	28/10/2011 (B1)	2 mois	23/12/2011 (B1) (*)
21 mois	06/09/2013 (B2)	1 an	10/09/2014 (B3)	49 jours	29/10/2014 (B1)
29 jours	28/11/2014 (B2)	1 an	14/11/2015 (B3) (*)	10 mois	27/09/2016 (B1) (*)
9 mois	26/06/2017 (B1)	11 mois	22/05/2018 (B1) Tirs de qualification du missile	6 ans	07/05/2024 : décret de recette du missile

Rédaction : C. Gloaguen

succès	échec	Semi-succès	(*) = tir en salve
--------	-------	-------------	--------------------

Légende - SNLE lanceur: T : Typhoon (D. Donskoy) – B1 : Borey-1 (Y. Dogoruki) – B2 : Borey-2 (A. Nevskiy) – B3 : Borey-3 (V. Monomakh)

Le premier essai à la mer (le 15^{ème}) depuis un *Borey*, en l'occurrence le *Yuriy Dolgoruki*, alors en pleins essais d'usine, a lieu le 28 juin 2011, après deux reports de six mois chacun. Treize ans, donc, après le début du programme. Le tir est qualifié de succès, comme le seront, officiellement, les cinq essais suivants, dont celui du 27 août 2011 qui, pour la première fois, atteindra la portée maximale du missile, soit 9 000 km. A compter de cette date, le SNLE d'essais missiles TK-208 *Dmitriy Donskoy* est définitivement écarté des essais à la mer au profit des seuls *Borey* tandis qu'est lancée la production en série du *Bulava*.

En juin 2012, le CEMM, l'amiral Tchirkov, déclare le missile « *de facto* » opérationnel, mais ajoute que la documentation technique demeure « *de jure* » en cours de rédaction, statut pour le moins étrange qui marque toute la défiance de la Marine envers le système¹⁰¹. Et, de fait, le 6 septembre 2013, un autre tir, le vingtième, celui d'un premier

¹⁰⁰ Voir RIA Novosti du 3 juin 2009.

¹⁰¹ <https://rg.ru/2012/06/25/armiya-site.html> (en russe).

missile de série cette fois, se solde par un nouvel échec. La Marine ordonne alors la suspension des essais d'usine des *Borey* numéros 2 (l'*Alexandre Nevskiy*) et 3 (le *V. Monomakh*). Quelques jours après l'incident, une commission d'enquête présidée par le nouveau CEMM, l'amiral V. Tchirkov, est mise en place : le MIT et les 650 PME/PMI participant au programme sont audités et inspectés, de même que tous les missiles déjà montés par l'usine de Votkinsk¹⁰². Le ton se durcit, certains officiels parlent de sabotage, tandis que le vice-président de la Commission de la BITD (VPK) menace de renvoi tous ceux qui viendraient à être reconnus coupables de négligence. Deux mois plus tard, en novembre 2013, la commission rend un premier rapport : les échecs seraient dûs à des malfaçons dans le montage des missiles¹⁰³. Le vice-ministre de la Défense et l'ingénieur Yuriy Solomonov exultent et déclarent en cœur que de nouveaux essais ne sont pas nécessaires dans la mesure où les problèmes viennent d'être identifiés. Pourtant une nouvelle année s'écoule jusqu'au tir suivant, celui du 10 septembre 2014, puis une seconde encore entre les deux suivants, ceux du 28 novembre 2014 et du 14 novembre 2015, ce dernier (en fait, deux missiles tirés en salve) se soldant par un nouvel échec, mais dont les raisons sont qualifiées de « *claires et (pouvant) être corrigées* » (Izvestiya).

En juin 2017, l'horizon du *Bulava* s'éclaircit : débute alors une suite, ininterrompue à ce jour, de tirs qualifiés de « *succès* » ou de « *plein succès* » – sans doute faut-il y voir l'apport technique des équipes du KB Makeyev que le MIT aurait fini par solliciter. En juin 2018 le missile est enfin officiellement recetté par la Marine¹⁰⁴. 32 tirs auront été nécessaires¹⁰⁵, la plupart, semble-t-il, effectués à partir d'un sous-marin en position fixe et non en mouvement. En mai 2018 un tir en salve de quatre missiles dissipe les derniers doutes que la Marine pouvait encore nourrir sur le SLBM et quatre ans plus tard, jour pour jour, soit vingt-cinq ans après le lancement du programme, le décret officiel d'acceptation du missile est enfin publié¹⁰⁶.

Figure 11 - Comparaison n'est pas raison...

Même si les budgets et les moyens matériels et humains alloués aux programmes d'armement étaient très différents entre les années 1970 et 1990, notons que la mise au point du R39/SS-N-20 (1976) a nécessité, après une longue phase de tests d'éjection et 17 lancements depuis un banc terrestre, 13 essais depuis un SNLE, à 85% réussis¹⁰⁷. De son côté, le R-29RM/SS-N-23 a, respectivement, nécessité 9 tests d'éjection, 16 lancements depuis un banc terrestre et 42 tirs depuis un SNLE, à 74% réussis¹⁰⁸. Ce qui frappe tout au long des essais du *Bulava* c'est l'absence

¹⁰² Début de 2014, 46 *Bulava* avaient été construits, dont 19 spécifiquement destinés aux essais en vol.

¹⁰³ La médiocre qualité des matériaux utilisés pour la fabrication des missiles et fusées en Russie est un problème récurrent, tout comme celui de l'absence de contrôle qualité (manque d'ingénieurs formés et absence de culture). Voir, par exemple, Kommersant du 25 janvier 2017 (Перебор полетов – Газета Коммерсантъ № 13 (6007) от 25.01.2017)

¹⁰⁴ A.L. Dubrovin (en russe) : https://nvo.ng.ru/armament/2009-12-11/8_bulava.html

¹⁰⁵ A l'heure où ses lignes sont écrites, 42 tirs du *Bulava* ont été effectués, le dernier le 29 octobre 2024.

¹⁰⁶ <https://www.rbc.ru/politics/14/05/2024/66433b759a79477ce8ee08ff>

¹⁰⁷ Sur le développement du R-39/SS-N-20, voir : https://russianforces.org/blog/2009/01/r-39_flight_test_program.shtml

¹⁰⁸ Voir

de tests d'éjection depuis une plateforme marine (1 seul réalisé), d'essais sur banc et, surtout, l'accumulation d'essais ratés en début de programme.

Coté américain, les paramètres sont à peu inférieurs : le *Trident II D5* est ainsi testé sur banc 19 fois et seulement 9 fois depuis un SNLE avant d'être recetté. Mais il est vrai que ce missile n'est qu'une itération modernisée du *Trident I*. Modernisation également du SS-N-23, le *Sineva* russe a quand même subi une vingtaine d'essais sur banc terrestre à différentes portées, puis 18 tirs depuis un SNLE.¹⁰⁹

Force est de constater que **le choix du MIT s'est révélé désastreux**, et que, loin de permettre des économies, il s'est, au contraire, traduit pour la Marine russe par une dépense supplémentaire de plusieurs milliards d'euros qui ont manqué à d'autres programmes. Interrogé une dizaine d'années après le début du lancement du programme *Bulava*, l'ancien CEMM, l'amiral V. Tchernavin, s'étranglait encore à l'idée que le MIT ait pu être sélectionné. Les retards accumulés ont ainsi conduit au désarmement prématuré des trois *Typhoon* qui auraient pu servir encore une dizaine d'années s'ils avaient pu être équipés du nouvel SLBM¹¹⁰, à la nécessité de prolonger d'une bonne dizaine d'années la vie opérationnelle de plusieurs antiques *Delta-III*¹¹¹, tout en affaiblissant considérablement la triade russe pendant une bonne quinzaine d'années.

Le MIT a surestimé ses capacités à mener de front conception, maîtrise d'œuvre industrielle et encadrement technique des essais. Sans doute trop confiant dans sa capacité à concevoir rapidement un missile naval extrapolé de l'excellent *Topol-M*, l'institut a, semble-t-il, passé outre les nécessaires simulations d'éjection en bassin (1 seule réalisée) avant que ne débutent les essais à la mer. Le nombre d'essais à partir de maquettes instrumentées (à l'échelle 1) et sur banc terrestre aurait également été insignifiant. Le MIT se serait donc trop appuyé sur la méthode dite d'« essais et erreurs » (essais statistiques) que certains experts russes considèrent comme inefficace et dispendieuse en l'absence d'essais préliminaires sur banc terrestre (recueil de données non-bruitées¹¹²), ce qui, compte tenu des retards de l'industrie soviétique et russe dans les années 1990 en matière d'instrumentation, d'électronique et de logiciels, ne pouvait que mener droit dans le mur.

Cette impasse, en partie due aux irrégularités des budgets¹¹³, est d'autant plus grave que les spécialistes du MIT comme ceux du NPO Semikhatov d'automatisation (concepteur des systèmes de guidage des missiles) savaient, selon certaines sources, que le *Topol* manquait de « *marges de modernisation* » permettant de le faire évoluer aisément vers un SLBM. Ses systèmes et composants se seraient ainsi montrés difficilement compatibles avec un missile naval

¹⁰⁹ Voir colonel-ingénieur Oleg Sergueev (RVSN), nvo.ng.ru du 16 janvier 2009.

¹¹⁰ Voir note de bas de page 96.

¹¹¹ Mis en service entre 1975 et 1981, les Delta-III (14 unités) ont commencé à être désarmés à partir de 1995. 5 l'ont été entre 2001 et 2010 et 2 autres prolongés jusqu'en 2018. Le plus récent, le K-44 Ryazan a été modernisé entre 2011 et 2017 et retiré du service seulement en 2023. Le 14^{ème}, le K-129 a été transformé en sous-marin spécial (BS-136 Orenburg).

¹¹² Les données non bruitées sont des mesures brutes ou filtrées qui reflètent fidèlement les performances du missile, sans distorsion significative due au bruit de déplacement du SNLE et ambiant de la mer.

¹¹³ Voir les déclarations de l'ingénieur S. Kovalyov (RIA Novosti du 14 août 2009). S. Kovalyov est l'ingénieur concepteur des SNLE de la classe Typhoon.

(ARSS¹¹⁴, système de navigation astro-inertielle/ GLONASS, etc.). L'incapacité du missile à percer la glace dans les zones de polynies¹¹⁵ aurait, quant à elle, été contournée par l'utilisation d'une roquette explosive tirée avant le lancement¹¹⁶. A ces aléas techniques s'ajoutent, enfin, les convictions personnelles de l'ingénieur du projet et directeur du MIT, Y. Solomonov, connu pour être partisan du remplacement des sous-marins de la FOST par les lanceurs mobiles des RVSN¹¹⁷.

Le programme, enfin, a également souffert des **tares inhérentes à l'écosystème industriel russe de l'époque**, mais aussi de son coût. Le 6 juillet 2011, dans une interview à *Kommersant* qui n'est peut-être pas étrangère au renvoi d'A. Serdioukov (voir supra), le ministre de la Défense de l'époque, Y. Solomonov évoque ainsi, pêle-mêle, la qualité médiocre des matériaux composites utilisés pour construire les enveloppes des missiles intercontinentaux et des composants fournis par les sous-traitants russes, les « *tensions inutiles* » créées avec l'OTAN et les pays occidentaux qui empêchent les constructeurs nationaux d'acheter des composants électroniques, la priorité politique accordée au développement du nouvel ICBM RS-28 *Sarmat*¹¹⁸ et les irrégularités des financements des programmes *Bulava* et RS-24 *Yars*, les deux programmes phares du MIT. Visé, A. Serdioukov justifie, de son côté, les à-coups budgétaires par l'explosion des coûts de développement « *outrageusement exponentiels* » demandés par le MIT et par le chantier naval SevMash pour la construction des *Borey*¹¹⁹. On retrouve la plupart de ces critiques dans la bouche de nombreuses personnalités de la BITD russe de l'époque, comme l'ex-CEMM, par exemple, l'amiral V. Vyssotskiy, qui ajoute, quant à lui, « *la crise de développement que connaît la technologie russe* »¹²⁰.

On aura noté, pour conclure ce chapitre, que loin d'avoir été dissous (voir supra), le concurrent du MIT, le KB Makeyev, qui excelle dans la conception des gros missiles comme le R-39/SS-N-20, aura obtenu dix ans après le lancement du programme *Bulava*, alors dans l'impasse, le développement du (très) lourd (208 t.) ICBM RS-

¹¹⁴ L'ARSS, sigle russe pour Système d'amortissement et de lancement, est une sorte de "capot" placé dans le tube de lancement au-dessus du missile et fixé à celui-ci. Son rôle est de protéger le silo de l'infiltration d'eau lorsque le sas du silo est ouvert et le missile des vibrations dues au déplacement du sous-marin. Ce dispositif pèse plusieurs centaines de kg et est éjecté au moment du lancement.

¹¹⁵ Voir note de bas de page 73.

¹¹⁶ Lenta.ru du 25 janvier 2020

¹¹⁷ Voir colonel-ingénieur Oleg Sergueev, déjà cité.

¹¹⁸ Successeur du R-36M2/SS-18 Satan, le RS-28 Sarmat (Satan-II) est un ICBM à carburant liquide de 208 tonnes capable d'emporter entre 10 et 16 ogives (soit une charge utile estimée à 10t.) et le planeur hypersonique Avangard, conçu pour contourner le Prompt Global Strike américain grâce à ses trajectoires non conventionnelles (via le pôle Sud, notamment) et doté de contre-mesures avancées. Sa conception par le KB Makeyev n'est pas dû au hasard : le *Sarmat* utiliserait en effet un système de lancement en silo (15P718M) mettant en œuvre des technologies d'amortissement et d'éjection à froid (!) similaires à celles employées pour lancer les SLBM. Développé par le bureau d'études Makeyev depuis les années 2000, le Sarmat n'est toujours pas officiellement déployé en 2025. Lors du dernier essai, celui de fin septembre 2024, le missile a explosé sur son pas de tir de Plessetsk, détruisant totalement son silo.

¹¹⁹ Voir *Kommersant* et RIA Novosti du 6 juillet 2011, et l'article de P. Felgenhauer « Solomonov attacks defense ministry for holding back funds », *Eurasia Daily Monitor* Volume 8, issue 130 du 7 juillet 2011.

¹²⁰ Voir : Назван виновник провала "Булавы", dni.ru du 26 juillet 2009.

28 *Sarmat* destiné à remplacer au sein des RVSN le SS-18 *Satan*. Depuis lors, les deux bureaux d'études cohabitent : le MIT se focalisant, en plus du *Bulava*, sur les ICBM de taille moyenne de la famille des SS-27 à carburant solide, et Makeyev, donc, sur les gros ICBM.

**Figure 12 – Problèmes techniques identifiés
lors des essais du *Bulava***

Echec du tir d'octobre 2006	Certains spécialistes évoquent des problèmes de construction et non pas de conception. On apprendra plus tard que les tests qualité n'ont été introduits dans l'usine de Votkinsk, qui fabrique le SLBM, qu'à partir de 2011. Autre raison avancée : problème technique sur le 3 ^{ème} étage à carburant liquide
Echec du tir du 23 décembre 2008	Problème de séparation de charge : les boulons explosifs servant à détacher les 1 ^{er} et 2 ^{ème} étages n'auraient pas fonctionnés.
Echec du tir du 15 juillet 2009	Défaut de conception du « servomoteur du 1 ^{er} étage »
Echec du tir du 9 décembre 2009	Défaut de conception de l'un des ensembles responsables de la séparation du 3 ^{ème} étage (selon commission d'enquête) ou mauvais fonctionnement d'une « tuyère » au moment de la séparation du 1 ^{er} et du 2 ^{ème} étage
Report du tir du 20 août 2011	Tir reporté en raison d'un « mauvais fonctionnement d'un capteur électrique du SNLE ». Le tir aura finalement lieu le 27 août
6 juillet 2011	Dans une interview à <i>Kommersant</i> , Y. Solomonov évoque : • La qualité médiocre des matériaux composites utilisées dans la fabrication des enveloppes de missiles intercontinentaux, • Les « tensions inutiles » créées avec l'OTAN et les pays occidentaux qui empêchent les constructeurs russes d'acheter les composants électroniques nécessaires pour leurs missiles, • L'arrêt du financement par le ministère de la Défense.
Report du tir des tirs d'octobre/novembre 2012 du <i>Borey-2</i>	Dysfonctionnement du logiciel du système de contrôle de tir/DLA du SNLE
Echec du tir du 6 septembre 2013	Défaillance du système de contrôle du moteur du 2 ^{ème} étage (défaut de fabrication d'une buse/tuyère rétractable d'alimentation du système de poussée du moteur). La commission d'enquête découvre ce même défaut sur les 3 missiles du même lot non tirés. Pour le premier vice-président de la Commission militaro-industrielle, Ivan Khartchenko, l'échec serait plutôt dû à un défaut de fabrication des matériaux utilisés pour la construction d'un déflecteur amovible. De son côté, le vice-Premier ministre D. Rogozin évoque un dysfonctionnement du système de combat/DLA D-30.
Echec des 2 tirs du 14 novembre 2015	Malfaçons (sur le silo ?) ayant endommagé le missile au moment de l'éjection. Selon les <i>Izvestia</i> , ce n'est pas un mais les 2 <i>Bulava</i> qui auraient connu un problème technique. Le 2 ^{ème} missile en tout cas est détruit en vol à mi-course. Il pourrait s'agir d'une procédure normale : pour économiser de l'argent, l'un des missiles n'est pas complet (maquette au lieu des 2 étages supérieurs)

Malgré les crises économiques, la coupure des liens avec les BITD ukrainienne et biélorusse, la faillite de nombreuses entreprises soviétiques à partir de 1991, malgré aussi les aléas techniques du *Bark* puis du *Bulava*, les tensions au sein même du ministère de la Défense et la difficulté de la Marine à former ses équipages, le programme *Borey* est allé à son terme. Mis sur cales fin 1996, la première unité de la série, le K-535 *Y. Dolgorukiy*, est lancé en 2008 et admis au service fin 2013 – conjointement avec la deuxième unité, le *Alexandre Nevskiy* –, soit dix-sept ans après sa mise sur cales. Ces dix-sept années sont aussi pour la FOST un long passage à vide où ses SNLE ne patrouillent plus que rarement et assument à quai une illusoire permanence

opérationnelle¹²¹, la dissuasion nucléaire reposant essentiellement sur les ICBM des RVSN et les bombardiers de l'ALRA.

Fait unique dans l'histoire, ces deux sous-marins auront débuté leur vie opérationnelle alors que leur principal système d'armes, le *Bulava*, subissait échec sur échec, et ne sera recetté qu'en 2018, soit cinq ans après leurs SNLE porteurs.

Les difficultés techniques rencontrées lors de la construction des deux premiers *Borey* plombent d'au moins cinq ans le cahier des charges du chantier de construction SevMash, provoquant des décalages à répétition non seulement du programme *Borey*, mais également de celui des SNA/SSGN de nouvelle génération, celle des *Yasen*, SevMash se montrant incapable de construire de front quatre unités (deux de chaque classe)¹²². C'est l'époque où la Marine intente procès sur procès au chantier naval et à ses fournisseurs. De fait, ces deux premiers *Borey* entrent en service quinze ans après les SNLE occidentaux de dernière génération¹²³ (*Triomphant* français, *Vanguard* britanniques et *Ohio* américains), dont les missiles, sur ce laps de temps, ont été plusieurs fois modernisés. Si le *Borey*, notamment à partir de la quatrième unité (*Borey-A*), constitue un pas important réalisé par la FOST russe dans le domaine de la discrétion acoustique de ses SNLE, il n'en a pas moins **une demi-génération de retard**.

A partir de la quatrième unité, la classe est modernisée (voir figure 6 supra) sous le nom de *Borey-A*¹²⁴ (projet 09552 ou 955A). Le premier de cette nouvelle série, le *Prince Vladimir*, n'est admis au service actif qu'en juin 2020, c'est-à-dire près de six ans après le *Borey* n°3. Ce « trou » dans la construction d'une série déjà sous pression du calendrier opérationnel s'explique par la nécessaire analyse du retour d'expérience de l'exploitation des trois premiers sous-marins, par des difficultés de mise au point des systèmes de navigation et de conduite du navire¹²⁵ et les débats techniques portant sur la possibilité d'allonger le SNLE pour lui permettre d'embarquer vingt SLBM au lieu de seize. Cette *jumboïsation* voulue par la Marine n'aboutira pas en raison de son coût, d'une insuffisance de techniciens qualifiés au chantier SevMash, puis du placement sous sanctions américaines de ce même chantier (cadre invasion de la Crimée). Le programme *Borey* évolue ensuite par à-coups au cours des années suivantes¹²⁶, en fonction des budgets alloués, mais les délais de construction de chaque

¹²¹ Une photo publiée par bmpd.livejournal.com du 21 août 2015 montre ainsi à quai à Gadjevo, base principale des SNLE de la Flotte du Nord, 4 Delta-IV et le *Borey* Y. Dolgoruki. Si l'on ajoute le Delta-IV Tula à l'époque en refonte au chantier naval de Zvezdochka, ce sont, selon le site, 15,5% des missiles (80) et 22,25% des têtes (352) de la FOST russe qui sont ainsi non déployées et très vulnérables à quai, à une poignée de minutes d'éventuels tirs de missiles des SNA occidentaux en patrouille en mers de Barents et de Norvège.

¹²² Sources diverses dont Gazeta.ru et flotProm des 24 et 25 mars 2016. La construction de la tête de série de la nouvelle classe de SNA/SSGN *Yasen*, le *Severodvinsk* a également connu d'importants retards et difficultés de mise au point. Mis sur cales en janvier 1993, ce sous-marin n'a pas été admis en service avant 2014 ou 2015, pour peu qu'il l'ait jamais été, tant la Marine n'a eu de cesse d'en dénoncer les insuffisances techniques et opérationnelles. Il reste, à ce jour, un SSGN unique dans sa classe, dans la mesure où à partir de la deuxième unité le design général du sous-marin a été considérablement remanié (*Yasen-M*).

¹²³ Et alors même que leurs successeurs sont déjà en cours de développement, voire même de construction (classes *Colombia* américaine, *Dreadnought* britannique, SNLE 3G français).

¹²⁴ Le contrat des 5 premiers *Borey-A* est signé en 2013 pour un coût total de 1,43 milliard de \$.

¹²⁵ TASS du 16 mai 2020.

¹²⁶ Les 5^{ème} et 6^{ème} unités sont sur cales en 2014, les 7^{ème} et 8^{ème} en 2015 et 2016, mais il faut attendre mi-2021 pour les 9^{ème} et 10^{ème} unités, puis 2024 pour les 11^{ème} et 12^{ème}.

unité¹²⁷ s'alignent désormais sur ceux constatés en Europe et aux Etats-Unis, essais à la mer et essais de qualification mis à part, soit une moyenne de huit ans par sous-marin.

Malgré ce large étirement du programme, on soulignera les remarquables performances du chantier SevMash, capable de mener à la fois construction des *Borey* et des *Yasen*, tout en procédant aux inévitables arrêts techniques et entretien des SNLE et SNA/SSGN déjà en service¹²⁸.

**Figure 13 - Calendrier de construction
du 1^{er} *Borey*, le K-535 *Yuriy Dolgorukiy***

2 novembre 1996	Mise sur cales au chantier SevMash de Severodvinsk (en version SLBM <i>Bark</i>)
Fin 1998	Arrêt des travaux, modification du sous-marin pour l'adapter au SLBM <i>Bulava</i>
12 février 2008	Mise à l'eau de la coque
21 novembre 2008	Divergence du réacteur nucléaire
Décembre 2008	Essais d'usine repoussés à mai 2009 après l'introduction par ROSATOM, l'agence russe de régulation nucléaire, de nouvelles règles de sécurité sur les réacteurs nucléaires après l'accident du SNA <i>Nerpa</i> ¹²⁹ .
17 mars 2009	Début des essais sur coffre
Juin 2010	Tir d'un missile <i>Bulava</i> repoussé à une date non précisée
Début novembre 2010	Essais à la mer et retour précipité à quai après des problèmes techniques.
Décembre 2010	Tir d'un missile <i>Bulava</i> à nouveau repoussé à une date non précisée
28 juin 2011	1 ^{er} tir d'un missile <i>Bulava</i> (tir de qualification)
29 juillet 2012	Date prévue d'admission au service actif (date annulée)
22 septembre 2012	Le MINDEF, A. Serdyukov, annonce que l'admission au service actif (ASA) du SNLE est repoussée à une date inconnue « <i>en raison de nombreux problèmes techniques</i> ». Un mois plus tard, Serdyukov annoncera l'ASA en 2013.
10 janvier 2013	Le SNLE est recetté par la Marine, mais pas encore admis au service actif dans la mesure où, selon le CEMM, les essais ne sont pas terminés, notamment les essais en immersion de service. Pendant toute l'année 2013, le <i>Dolgorukiy</i> est considéré comme « <i>en service expérimental</i> »
Septembre 2013	Rallie la base de Gadjevo (ASA ?), en presqu'île de Kola, son futur port-base (31 ^{ème} <i>diviziya</i> de SNLE). Revient brièvement en décembre au chantier naval pour résolution de problèmes techniques (La presse relate, notamment, des problèmes sur le revêtement anéchoïque).
? 2015	1 ^{ère} patrouille opérationnelle en zone arctique

Pour conclure...

¹²⁷ 12 SNLE de la classe *Borey* ont à ce jour été construits ou sont en cours de construction, dont 10 commandés dans le cadre du programme d'équipement 2011-2020 (PAN).

¹²⁸ En France, une IE (indisponibilité pour entretien) se fait tous les cinq mois environ et dure 4 à 5 semaines. Le niveau supérieur, l'IEP (indisponibilité Entretien Périodique) dure 5 à 6 mois et intervient tous les 4 ans environ. Vient ensuite l'IPER ou l'ATM, l'arrêt technique majeur, qui interviennent tous les 10 ans et qui durent 18 mois en moyenne.

¹²⁹ Le 8 novembre 2008, un incendie à bord du SNA *Nerpa* (classe *Akula II*), alors en plongée en mer du Japon avant d'être livré à la marine indienne (leasing), fait 20 morts et 21 blessés parmi l'équipage et les ouvriers du chantier naval. Le système anti-incendie (fréon) aurait été déclenché par erreur dans la tranche 2 du sous-marin (zone vie).

Les deux programmes *Bulava* et *Borey* sont aujourd'hui officiellement matures, près de trente ans après leur lancement, même si les rumeurs sur la fiabilité du SLBM n'ont jamais cessé. Les infrastructures nécessaires à leur logistique ont été construites, notamment les quatre entrepôts¹³⁰ du fjord d'Okolnaya (Severomorsk) pour les SNLE basés en Flotte du Nord (31^{ème} *Diviziya* de Gadzhievo), et du Cap Kazak (baie du Kamchatka) pour ceux basés en Flotte du Pacifique (25^{ème} *Diviziya* de Vilyuchinsk), les grues-flottantes à fortes capacités de levage (150 t.) utilisées pour transporter les missiles des dépôts vers les SNLE à quai et un nouveau navire de transport de missiles, l'*Akademik Kovalev* qui est venu renforcer une flottille de navires transport de munitions/missiles déjà conséquente. Côté industrie, la fabrication des composants du missile a été « russifiée », y compris celle des matériaux destinés aux enveloppes composites¹³¹.

Huit *Borey* sont à ce jour opérationnels, dont cinq en version modernisée *Borey-A*, et quatre autres en construction qui, à l'horizon 2030, seront déployés à raison de six SNLE par théâtre maritime où ils viendront, enfin, remplacer quasi nombre pour nombre les vieux *Delta-III* définitivement désarmés. Douze sous-marins de cette classe ont donc à ce jour été construits ou commandés, mais aucune nouvelle commande n'a, pour l'instant, été passée.

Pourtant officiellement annoncé, le projet 955-B porté par le bureau d'études Rubin depuis 2017, celui d'un *Borey* équipé d'une nouvelle pompe-hélice, d'un design de coque modifié et de nouveaux dispositifs de réduction de bruit, n'a pas été commandé. Cette nouvelle version n'a pas trouvé grâce aux yeux de l'état-major de la Marine qui a, semble-t-il, préféré commander d'autres unités de la version *Borey-A*, moins coûteuses. Une hypothétique version lanceur de missiles de croisière (SSGN *Borey-K*) qui aurait constitué la réponse russe à la version SSGN de l'*Ohio* américain, n'a, elle non plus, pas vu le jour, probablement parce leur plus-value par rapport aux *Yasen* n'est pas prouvée.

Figure 14 - Durée de vie d'une ogive nucléaire

La structure de l'ogive (métal, composants électroniques, détonateur ...) peut être dégradée par la radioactivité, mais aussi par l'humidité, la chaleur, la corrosion, les chocs. La demi-vie d'une charge nucléaire dépend du matériau fissile utilisé (U-239, U-235 ou tritium). Le tritium, souvent utilisé dans les armes thermonucléaires pour amplifier la réaction, a une demi-vie beaucoup assez courte, d'environ 10 à 15 ans. La durée de vie d'une ogive nucléaire (sans maintenance) est estimée à entre 20 et 30 ans, voire plus dans de bonnes conditions de stockage et avec une bonne maintenance. De sources ouvertes, certaines ogives américaines de type W76 ou B61 fabriquée dans les années 1970, par exemple, sont ainsi toujours en service après modernisation. Au vieillissement de l'ogive elle-même il convient d'ajouter celui du missile (dégradation chimique du carburant, électronique, joints, moteurs,

¹³⁰ Selon la presse, ces entrepôts pourraient entreposer jusqu'à 200 missiles, soit, en théorie, 1200 ogives.

¹³¹ En 2019, l'usine de Makhatchkala (groupe *Kaspiy Kompozit*) a ainsi reçu un contrat de fabrication de la part du MINDEF pour la fourniture de 250.000 mètres linéaires de matériaux composites. Avant cette date, les besoins de la Russie en fibre de verre/composite reposaient sur des importations chinoises et biélorusses. Voir : TASS, 16/09/2019 « Стекловолокно для производства баллистических ракет "Булава" изготовят в Дагестане »

batteries, charges pyrotechniques, actionneurs, etc.). La prolongation de la vie opérationnelle d'un missile et de ses ogives est donc une question de coûts, mais dépend aussi de l'efficacité opérationnelle que le système d'armes en question maintient face aux évolutions des systèmes d'armes et des défenses antimissiles adverses. Sous un certain seuil d'efficacité, qu'il peut être compliqué d'estimer, le système d'arme est retiré du service¹³².

Le *Bulava*, quant à lui, et contrairement au SS-N-23, par exemple, qui a connu trois modernisations depuis son entrée en service en 1986 (versions R-29RMU, puis RMU2 *Sineva* et RMU2.1 *Lainer*), ne semble pas, pour l'instant, malgré certaines rumeurs, avoir été modernisé. Fin 2016, la presse avait pourtant laissé entendre qu'une nouvelle version du missile, le *Bulava-M*,¹³³ serait en cours de développement. Ce SLBM, destiné à la version modernisée des *Borey* (*Borey-A*) se distinguerait par une poussée, une charge utile et une portée (12 000 km) améliorées, ainsi que par des contre-mesures et des aides à la pénétration plus performantes. Elle ne semble pas avoir vue le jour, même si on ne peut exclure quelques évolutions à la marge qui tiennent compte du retour d'expérience acquise depuis l'entrée en service du missile en 2018. Cette absence de programme de modernisation confirmerait donc les allusions de certains spécialistes au fait que ce missile, comme le *Topol-M*, se prêterait mal à une modernisation de type incrémentielle.

Lors de sa dernière déclaration New Start, celle du 1^{er} septembre 2022¹³⁴, la Russie a déclaré 1 549 ogives déployées sur 540 lanceurs stratégiques. Sur ce total, les SLBM des huit *Borey* et des cinq *Delta-IV* représentent – toujours « nominalement » – 38% (208) des lanceurs et 70% (1088) des ogives, chiffres très supérieurs aux plafonds Start-II autorisés et au ratio adopté par la Marine soviétique dans le cadre de Salt-II (voir figure 1 supra). Il s'agit là, toutefois, d'un décompte tout théorique et artificiel dans la mesure où : 1) au moins deux *Borey* et un *Delta-IV* sont, chaque année, à un instant T arrêtés pour maintenance - 2) il n'est pas certain que *Bulava* et SS-N-23 emportent respectivement les 6 et les 4 ogives que Moscou déclare au New Start - 3) le taux de disponibilité des sous-marins russes, comme hier soviétiques, est notoirement bas¹³⁵ et 4) pour demeurer sous le plafond de New Start Moscou se repose, comme le font les Etats-Unis, sur sa réserve stratégique d'ogives non déployées pouvant être rapidement montées sur ses ICBM et bombardiers¹³⁶.

Ajoutons notre ignorance du nombre de missiles *Bulava* effectivement produits à ce jour. La fabrication en série (pour les

¹³² Sur l'entretien des armes nucléaires, voir, par exemple, l'audit du directeur du CEA-DAM par la commission des Affaires étrangères et de la Défense du Sénat (<https://forum.air-defense.net/topic/36254-arme-nucl%C3%A9aire-bombe-maintenance-p%C3%A9renn%C3%A9-dur%C3%A9e-de-vie/>).

¹³³ <https://lenta.ru/news/2017/01/23/bulava/> (en russe).

¹³⁴ Pour mémoire, Moscou a « suspendu » sa participation au traité New Start le 21 février 2023.

¹³⁵ Les mouvements de sous-marins n'étant que rarement relatés par la presse russe le nombre de patrouilles et leur durée, le nombre de navires disponibles et la durée moyenne des arrêts techniques ne sont pas connus. La plupart des analystes estiment toutefois que comme sous l'URSS la disponibilité des sous-marins est très inférieure à celle constatée dans les grandes marines occidentales. En France, elle est exceptionnellement de 80 % pour les navires de premier rang, chiffre qui place la marine française très au-dessus de la Royal Navy (43% et même 19% pour certaines classes de navires !) et de la marine américaine (60%) par exemple (source : Marine nationale, 2025). Voir aussi notes de bas de page 78 et 79 supra.

¹³⁶ Pour mémoire, le nombre d'ogives total (non déployées et stockées) est estimé à 5459 (FAS). Le nombre d'ogives total sur SLBM uniquement n'est pas connu.

essais) du *Bulava* a débuté au compte goutte, on l'a vu, dès août 2007. Sept ans plus tard, en 2014 donc, 46 SLBM avaient été officiellement assemblés¹³⁷ – dont 19, à cette date, avaient été détruits lors des tirs d'essais et de recette –, ce qui représente six missiles par an. L'usine de Votkinsk produisant également d'autres missiles pour les RVSN, notamment les différentes versions du *Topol-M* et du *Yars*, en extrapolant, et même si les capacités des chaînes de montage du *Bulava* ont dû, depuis lors, être étoffées pour suivre la cadence des lancements de *Borey*, on peut estimer qu'au jour où ces lignes sont écrites **un peu plus d'une centaine de *Bulava* ont été assemblés, dont 42 ont été tirés. Resterait donc une grosse soixantaine d'engins disponibles pour armer un parc de six SNLE déployés**¹³⁸, soit une dizaine par sous-marin.

Si les *Borey* devaient remplacer à l'horizon 2030-2035 les cinq *Delta-IV* encore opérationnels, c'est-à-dire au moment même où leurs SS-N-23 *Läiner* arriveront en fin de vie, certaines sources dans la BITD russe¹³⁹ laissent à présent entendre qu'ils le seront par une nouvelle classe de SNLE issue de projets hypothétiquement en développement comme le SSGN de cinquième génération de la classe *Khaski-mod/Layka* (du BE Malakhit), par exemple, ou de la classe *Arkturus*, un concept futuriste de SNLE dévoilé en 2022 par le BE Rubin. Le développement de ce petit SNLE à pans inclinés destinés à réduire l'index de cible et d'un déplacement de 20% inférieur à celui d'un *Borey*¹⁴⁰, et de son missile, n'ayant pas encore débuté, il est plus que probable que ce sous-marin, s'il voit jamais le jour¹⁴¹, ne sera pas le successeur des *Delta-IV*, qui seront tous retirés du service dans les dix prochaines années¹⁴², mais plutôt des *Borey* à **l'horizon 2050**. A cette date, la plupart des SNLE occidentaux de dernière génération seront en service depuis dix à quinze ans et leurs successeurs déjà dans les logiciels des bureaux d'études.

Le retard qualitatif, quantitatif et, surtout, technologique de la FOST russe sur son adversaire américain, mais aussi demain chinois¹⁴³, non seulement ne devrait pas se réduire, mais pourrait s'amplifier en raison du fléchage des budgets militaires opéré depuis plus de trois ans vers les armées de Terre et de l'Air, qui contrairement à une Marine (VMF) très marginalisée, constituent le moteur même de l'« opération militaire spéciale » (SVO) en Ukraine. Il n'est pas impossible que dans les années à venir, la VMF se retrouve ainsi devant le choix cornélien de devoir arbitrer entre la modernisation de ses flottes de surface et de sous-marins d'attaque, encore très dépendantes de bâtiments construits sous l'URSS, et son parc de SNLE. L'équilibre nécessaire entre ces trois composantes pourrait se solder par une extension de la durée de vie des *Borey* – peut-être

¹³⁷ La production annuelle du *Bulava* serait donc légèrement supérieure à celle estimée du M-51 français (2 à 5 ?) et équivalente à celle du Trident-II

¹³⁸ Soit 8 SNLE moins les 2 en arrêt technique, soit 1 par théâtre opérationnel (Flotte du Nord et Flotte du Pacifique).

¹³⁹ Lenta.ru du 23 janvier 2017

¹⁴⁰ Ce qui ferait un SNLE comparable en taille aux anciens *Delta-I* des années 1970.

¹⁴¹ Le coût de la guerre en Ukraine ne peut pas ne pas avoir de conséquence sur des budgets de la marine qui ne sont probablement pas prioritaires par rapport aux besoins des armées de Terre et de l'Air.

¹⁴² Ils auront tous alors entre 45 et 50 ans d'ancienneté et leurs missiles *Läiner* plus de 20 ans.

¹⁴³ Voir « U.S.-China Rivalry Sparks a Submarine Arms Race », *The Wall Street Journal* du 8 septembre 2025.

équipés d'un *Bulava* modernisé d'ici une dizaine d'années – plutôt que sur la construction d'une nouvelle classe de SNLE, malgré les annonces fracassantes des bureaux d'études. L'avenir le dira. Dans un paysage géopolitique marqué par un affaiblissement considérable des forces conventionnelles russes en Ukraine, les vives tensions avec les capitales occidentales, par la mise à bas des grands traités d'*Arms Control* (MTCR, FNI, TNP, FCE, New Start...) et la faiblesse économique et militaire, à présent béante, de la Russie vis-à-vis de la Chine, marqué encore par la faillite en Ukraine du concept de « *dissuasion non nucléaire* »¹⁴⁴ et le succès, indéniable, du recours régulier à la menace nucléaire pour freiner l'aide occidentale à Kyiv, la Triade, notamment son pilier terrestre (ICBM), continuera d'occuper une place majeure dans la politique de puissance russe. Plus que jamais, l'arme nucléaire demeurera non seulement cet outil de politique étrangère unique qui permet à Moscou de parler d'égal à égal avec Washington, mais aussi l'ultime rempart sans laquelle les armées de l'OTAN ne seraient probablement pas restées l'arme au pied au lendemain de l'attaque du 24 février 2022.

Copyright Octobre 2025-Gloaguen/Diploweb.com

Annexes ci-dessous.

¹⁴⁴ L'expression apparaît dans la doctrine militaire de décembre 2014. Il s'agit de dissuader l'adversaire potentiel au moyen d'armes non nucléaires permettant des frappes de profondeur (missiles Iskander-M et K, Kh-101, Kalibr, Kinzhal, etc.). Notons, a contrario, que l'introduction du système d'armes Oreshnik, si celui-ci venait à avoir une existence autre que propagandaire, serait susceptible de redonner de la crédibilité à cette « dissuasion conventionnelle ou non-nucléaire ».

ANNEXES

Figure 16 – Caractéristiques techniques générales du SNLE Borey

Caractéristiques générales	• SNLE de 4^{ème} génération • Ingénieur en chef chargé du programme : V. A. Zdornov • Equipage : ○ Borey-A : 107 (dont 55 officiers), ○ Borey : 130 (notons que la liste des membres d'équipage rendue publique en août 2025 par le SBU ukrainien ne contient que 39 grades d'officiers) • Dimensions : ○ 170m x 13,6m ou 16m (analyste Apalkov) • Tirant d'eau moyen : ○ Borey : 9,68m ou 11m (Apalkov) ; • Déplacement opérationnel surface : 14 720t. ou 16 000t. (estimation) ou 14 800t (Apalkov), • Déplacement opérationnel plongée : 21 000t. ou 24 000t (estimation) ou 24 000t (Apalkov), • Vitesse en surface : 15nd, • Vitesse en plongée : ○ Borey : 29 à 30nd, ○ Borey-A : 20nd (stand de Armiya-2015) et 29nd (sources ouvertes). • Vitesse maximale sur moteurs électriques : 5nd. • Immersion maximale de service : ○ Borey : 450 à 480m, ○ Borey-A : 300m • Immersion de destruction (flambement) : inconnue, mais probablement entre 800 et 1000m. • Autonomie : ○ Borey-A : 60 jours, ○ Borey : 90 jours • Coque : acier HE 100kgf/mm² (48mm/981 MPa) (presse FUJICAR) avec élasticité de 100 kg/mm. • Montage suspendu des appareils sur plots sur amortisseurs, eux-même fixés à des blocs sur caoutchouc/suspensions élastiques sur carlingages. • Coque recouverte de tuiles multicouches viscoélastiques (anéchoïques) (société TekhMash/usine de Chapaev).
Compartiments	• Le sous-marin est articulé autour de deux coques : une coque externe et une coque résistante/épaisse. Cette dernière serait divisée en 8 compartiments : ➤ 1^{er} compartiment : torpilles/missiles tactiques et local technique du sonar principal, caisse d'assiette avant et groupe batterie avant. ➤ 2^{ème} compartiment : poste central de navigation/opérations - zone-vie et infirmerie, partie de l'équipement radioélectrique (pompes, système hydraulique, la climatisation, les transformateurs électriques et les batteries.

	➤ 3^{ème} compartiment : équipement auxiliaire (machines à froid, générateurs-diesel, air à haute pression), équipements de guerre électronique (EW), puits et assise des aériens (périscopes, etc.). ➤ 4^{ème} compartiment : missiles SLBM. La coque épaisse atteint ici son diamètre maximal. ➤ 5^{ème} compartiment : centrale de production de vapeur – capsule d'évacuation larguable. ➤ 6^{ème} compartiment : réacteur nucléaire. ➤ 7^{ème} compartiment : turbo-alternateurs. ➤ 8^{ème} compartiment : local barre et systèmes hydrauliques.	
Armement principal et secondaire	Projet 955 : • 16 x systèmes D-30/3K30 Bulava avec SLBM R-30. • 8 x TLT de 533mm à l'avant (système de préparation des TL Grinda). Au moins 40 armes : ○ Torpilles UGST, UGET-80 (18kms), Fizik-1 et 2 (50kms), etc. ○ Missiles antinavires RK-55 Granat (SS-N-21) ou Biryuza (SS-N-27), ○ Missiles porte-torpille Vodopad (SS-N-16), ○ Mines (nombre inconnu), • 6 x lanceurs de 533mm de contre-mesures sonar non rechargeables (dans coque extérieure) du type REPS-324 Shlagbaum (voir photo) avec leurres antisonar MG-104 Brosok (324mm) et/ou MG-114 Berill (identiques aux <i>Akula</i> et <i>Yasen</i>) (conception : BE Gidropribor), • 3 surface-air portables Igla avec 8 missiles en réserve (réservés aux tirs en surface depuis le massif).	Projet 955A • 16 x systèmes D-30/3K30 <i>Bulava</i> avec SLBM R-30. • 4 x TLT de 533mm à l'avant. Au moins 40 armes (idem Borey). • 6 x lanceurs de 533mm de contre-mesures sonar non rechargeables du type REPS avec 6 leurres antitorpilles <i>Lasta/M-15</i>. • Autodéfense : bouées Burak-M (brouilleurs de bouées acoustiques larguées par aéronef/bâtiment) • 2 x lanceurs verticaux Modul-D (années 1980), • 3 surface-air portables Igla avec 8 missiles en réserve.
Electronique	• .Système de direction de combat : Okrug ou Omnibus (du BE Morinformсистема Agat), • Système sonar actif/passif de type sphérique MGK-600B Irtysh-Amfora-B-055 (Irtych-Amfora-Borey) de nouvelle génération (BE Morfizpribor, holding Okeanpribor et usine Priboy) avec antenne sphérique et antennes de flanc. • Nouveau sonar (antenne) de flanc passif le long du compartiment missiles inséré dans la double coque (MG-541EM) • Le suite sonar comprend : - Antenne Amfora, avec traitement numérique du signal, et sa banque de données de classification automatique Ayaks-M (TSNII Morfizpribor). Le sonar du 1^{er} Borey serait toutefois un Skat-3M. Celui-ci est une modification du Skat-3 (des <i>Akula</i>) associé à l'Irtysh-Amfora-B et comprend des fibres optiques pour la transmission de l'information et une capsule/coque solide contenant l'appareil de traitement primaire de l'information, - Des antennes conformes latérales à large surface, - Une antenne linéaire remorquée (ALR) dans le carénage du safran vertical du SNLE. - Bibliothèque de bruits rayonnés Ayaks-M,	

	- Le MGK-600B Irtysh-Amfora-B-055 a été testé pour la première fois à bord du SSAN d'essais K-403 <i>Kazan</i> (type Yankee Mod 09.780 Akson-2) en 1998. Le MGK-600B serait capable de suivre simultanément quelque 30 pistes. - Composition du sonar : Antenne passive et antenne active + 2 x antennes conformes (de coque) de grande dimension, Sonars secondaires : - MG-70 (détection de mines) et Zhgut-M (calcul de vitesse son). - Vint-M (détection de début de cavitation d'hélices), - Sever-M (sondeur de banquise), - NOR-1 (détecteur d'eau libre entre champs de glace) Autres : - Radar de navigation/veille surface : Radian-U/Snoop Pair avec mât périscopique MRKP-59 (identique à celui des Akula) avec système ESM. - Système de guerre électronique Bukhta. - Système ESM de type Nikhrom-M (ESM passif). - Radiogoniomètre Zona/Rim Hat - Système ECM PZKE-21 Lebed (brouillage sonar ?). - Centrale inertielle Simfoniya-U avec correcteur gyroscopique Skandiy et BTsVM (conservation maximale des données de navigation : au moins 7 jours). - Aériens PZNS 01-11.3 et ECM PZKE-21 Lebed – Périscope de Visée Astrale : Signal-3. - Transmission : antennes Kora et Anis - Système de transmission satellite Sintez (VLF/ELF). - Moyens actifs de réduction du bruit rayonné (type inconnu). 1 snorkel.
Propulsion	Réacteur nucléaire : <u>Borey-A</u> : réacteur à eau pressurisée (VVER) à neutrons thermiques de 4^{ème} génération KTM-6-185SP (200MW) de type VM-5 (durée de vie sans rechargement : 25 à 30 ans), avec turbine à vapeur monobloc <i>Azurit-90</i> et réducteur-turbine principal OK-9VM (37 MW ?), <u>Borey</u> : réacteur à eau pressurisée de 3^{ème} génération OK-650V (190 MWt), identique à celle des SNA de la classe <i>Akula</i> du projet 971 sur le Borey. - Système de gestion, de surveillance et de sécurité du réacteur nucléaire <i>Aliot</i>, 1 x turbine à vapeur OK-9VM avec groupe turbo-réducteur principal <i>Mirazh</i>, ou installation analogue, avec amortissement amélioré, d'une puissance d'environ 50 000CV, 2 x moteurs électriques de propulsion auxiliaire à 2 vitesses PG-160 d'une puissance de 410 ou 370CV (selon les sources). Installés dans les propulseurs rétractables arrières et identiques à ceux des SNA <i>Akula</i>, pour les manœuvres d'appareillage et de navigation en eaux resserrées. - Un générateur-diesel ADG-1000 d'une puissance de 1000CV, développé à partir d'un diesel 8DM-21S, - Une seule ligne d'arbre, hélice à 7 pales (?). - Une pompe hélice GRDK-3.5M à haute puissance propulsive analogue à celle des SNA <i>Yasen</i>. - Barres de plongée avant rétractables (dans la coque extérieure), analogues à celles des <i>Akula</i> (projet 971) (du moins sur le 1^{er} <i>Borey</i>).

Production d'énergie électrique	• 2 turboalternateurs OK-2 d'une puissance de 3 200kW, • 2 convertisseurs réversibles continu-continu, • 2 groupes de batteries plomb-acide, • 1-2 x générateurs diesel avec convertisseurs réversibles, réserve de carburant : 10 jours, • Système de contrôle du système de production d'électricité/d'énergie Luga-B/Luga-Borey, • Système d'alimentation électrique centralisée Kosinus-B/Kosinus-Borey.
Systèmes de sauvetage	• Capsule d'évacuation larguable pour tout l'équipage, logée à l'arrière du SNLE, derrière le compartiment missiles, • Radeaux de sauvetage : 5 x modèle KSU-600N-4

Figure 17 - Liste des tirs de SLBM *Bulava*
(dates, SNLE et observations)

Dates	Plateforme	Résultat/observations	Echec/Succès + n° du tir
Fin 1998	Début du développement du missile (MIT, Moscou)		
11 décembre 2003	SNLE Typhoon D. <i>Donskoy</i> en mer Blanche en mer Blanche	1 ^{er} éjection d'une maquette de <i>Bulava</i> → vérification du mécanisme d'éjection du missile sans allumage moteur	S
23 septembre 2004	SNLE Typhoon D. <i>Donskoy</i> en mer Blanche	2 ^{ème} éjection d'une maquette de <i>Bulava</i> → vérification du mécanisme d'éjection du missile sans allumage moteur	S
27 septembre 2005	SNLE classe Typhoon <i>Dmitriy Donskoy</i> en surface en mer Blanche, missile tiré vers le réceptacle de Kura au Kamtchatka	1^{er} tir d'un <i>Bulava</i> depuis un sous-marin, celui-ci étant en surface et non en plongée. Echec, dysfonctionnement du 3^{ème} étage	E // 1
21 décembre 2005	SNLE classe Typhoon D. <i>Donskoy</i> en plongée en mer Blanche, missile tiré vers le réceptacle de Kura au Kamtchatka	2 ^{ème} tir d'essai du <i>Bulava</i> et premier depuis un sous-marin en plongée et en mouvement. Présence à bord de l'amiral Mikhaïl Zakharenko, adjoint au CEMM et président de la commission de développement du <i>Bulava</i> .	S // 2
7 septembre 2006	Tir depuis le D. <i>Dmitri Donskoy</i> en plongée en mer Blanche.	3 ^{ème} tir expérimental du missile. C'est un échec : le missile retombe en mer quelques minutes après son lancement et après avoir dévié de sa trajectoire (problème d'allumage du 1 ^{er} étage ou du système de guidage). L'autodestruction n'aurait pas fonctionné. Début d'une nouvelle campagne de 10 tirs d'essais en plongée.	E // 3
25 octobre 2006	Tir depuis le TK-208 D. <i>Dmitriy Donskoy</i> en plongée en mer Blanche.	4 ^{ème} tir expérimental. C'est un échec : le missile dévie de sa trajectoire initiale et le système d'autodestruction est enclenché. Nouveau problème sur le 1 ^{er} étage ? → Plusieurs sources évoquent toutefois un vol de « 3 minutes », ce qui exclurait de fait le 1 ^{er} étage, voire le 2 ^{ème} . Une autre source évoque un problème de télémétrie. Nota : <i>ce tir intervient quasiment au même moment que le 1^{er} tir du M-51 français</i>	E // 4
24 décembre 2006	Tir depuis le TK-208 D. <i>Dmitri Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le réceptacle de Kura.	5 ^{ème} tir expérimental. Echec : dysfonctionnement du 3 ^{ème} étage, le système d'autodestruction est enclenché au-dessus de la mer d'Okhotsk, ou le 3 ^{ème} étage aurait explosé. Le missile aura toutefois parcouru 5 000kms.	E // 5
28 juin 2007	Tir depuis le TK-208 D. <i>Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le réceptacle de Kura.	6 ^{ème} tir expérimental du SLBM <i>Bulava</i> . Officiellement, le tir est un succès, mais selon une source ¹⁴⁵ , l'une des 3 ogives n'aurait pas atteint sa cible.	S // 6
10 novembre 2007	Tir depuis le TK-208 D. <i>Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le réceptacle de Kura.	7 ^{ème} tir expérimental du SLBM <i>Bulava</i> . Non rendu public. C'est un nouvel échec : le missile retombe en mer après s'être élevé de quelques centaines de mètres. (nouveau problème sur le 1 ^{er} étage). Autodestruction du missile après 23 secondes de vol.	E // 7

¹⁴⁵ Iouri Zaitsev, conseiller à l'Académie russe des Sciences techniques, RIA Novosti du 30 août 2007.

18 septembre 2008	Tir depuis le TK-208 <i>D. Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le polygone de Kura au Kamtchatka.	Les 3 étages fonctionnent parfaitement, mais dysfonctionnement du bus : la séparation des têtes dysfonctionne.	SE // 8
28 novembre 2008	Tir depuis le TK-208 <i>D. Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le polygone de Kura au Kamtchatka.	Pour la marine il s'agit du tir « <i>le plus réussi</i> » depuis le début des essais. L'ogive d'exercice retombe sur le réceptacle de Kura	S // 9
23 décembre 2008	Après un report de deux jours, tir depuis le TK-208 <i>D. Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le polygone de Kura au Kamtchatka.	Quelques secondes après son lancement, le missile s'autodétruit en vol. Dysfonctionnement du 3 ^{ème} étage : le missile quitte sa trajectoire. Il s'agirait, selon ministère de la Défense, d'un non-fonctionnement d'un des boulons explosifs. En cause, mauvaise qualité des boulons explosifs fournis par le sous-traitant	E // 10
15 juillet 2009	Tir depuis le TK-208 <i>D. Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le polygone de Kura au Kamtchatka.	Echec. Défaut de conception du servomoteur du 1 ^{er} étage	E // 11
9 décembre 2009	Tir depuis le TK-208 <i>D. Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le polygone de Kura au Kamtchatka.	Nouveau dysfonctionnement du 3 ^{ème} étage. Défaut de conception de l'un des systèmes responsables de la séparation du 3 ^{ème} étage (commission d'enquête)	E // 12
7 octobre 2010	Tir depuis le TK-208 <i>D. Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le polygone de Kura au Kamtchatka.	13 ^{ème} test et 1 ^{er} succès de l'année. Aucune photo ni vidéo faites, ce qui pourrait prouver que le test n'aurait pas eu le succès déclaré.	S ? :: 13
29 octobre 2010	Tir depuis le TK-208 <i>D. Donskoy</i> en plongée en mer Blanche vers le polygone de Kura au Kamtchatka.	14 ^{ème} test et 2 nd succès de suite. Aucune photo ni vidéo faites. Même remarque que ci-dessus	S // 14
28 juin 2011	Tir depuis le Borey Y. <i>Dolgoroukiy</i> en plongée en mer Blanche vers le polygone de Kura au Kamtchatka (6000km)	1^{er} tir par un SNLE Borey. Ce 15^{ème} était initialement prévu en décembre 2010, le <i>Dolgoroukiy</i> n'étant pas prêt (raison officielle : mer Blanche gelée).	S // 15
27 août 2011	Tir depuis le Borey Y. <i>Dolgoroukiy</i> en plongée en mer Blanche.	Considéré comme un succès. 1^{er} tir à pleine portée du Bulava. Les 2 zones d'impact des têtes se trouvaient respectivement en 37N 174E et 29N 175E en zone Pacifique, soit à une distance comprise entre 8 000 et 9 000km de la zone de lancement.	S // 16
28 octobre 2011	Tir depuis le Borey Y. <i>Dolgoroukiy</i> en plongée en mer Blanche.	Présenté comme le 5 ^{ème} succès de rang. Le tir avait été retardé à cause du mauvais temps. Présence à bord du SNLE d'une maquette instrumentée, possible simulation d'un prochain tir en salve.	S // 17
23 décembre 2011	Tir en salve depuis le Borey Y. <i>Dolgoroukiy</i> en plongée en mer Blanche vers le réceptacle de Kura	Tir en salve de 2 missiles, déclaré comme succès	S + S // 18 et 19

6 septembre 2013	Depuis le K-550 <i>Borey A. Nevskiy</i> en plongée en mer Blanche vers le réceptacle de Kura	1 ^{er} tir du Alexandre Nevskiy, Borey n°2. Cadre essais d'acceptation du SNLE et 1 ^{er} des 2 tirs que le Nevskiy doit effectuer avant d'être admis en service le 15 novembre 2013. Le missile est issu d'un lot de série et n'a pas d'équipement de télémétrie. Echec : après 2 minutes de vol le moteur s'éteint (défaillance des systèmes de commande moteur ?). Le MINDEF fait cesser les essais à la mer de Nevskiy et du Monomakh et ordonne 5 nouveaux essais du SLBM. Le tir aurait pour but de tester le SNLE et non le missile proprement dit, qui n'était pas équipé de systèmes de télémétrie.	E // 20
10 septembre 2014	Borey K-551 <i>V. Monomakh</i> en plongée en mer Blanche vers le réceptacle de Kura	Ce tir devait être réalisé initialement par le Y. Dolgorukiy (Barents Observer du 22 août), voire par le Dolgorukiy et le V. Monomakh (TASS), 2 lancements donc. Tir annoncé comme un succès, les têtes « <i>non armées</i> » auraient frappé Kura à 5500km. Missile équipé de systèmes de télémétrie.	S // 21
29 octobre 2014	Tir depuis le Borey K-535 <i>Yuriy Dolgorukiy</i> en plongée en mer Blanche vers le réceptacle de Kura	1 ^{er} tir en « <i>conditions opérationnelles</i> », les autres tirs étant qualifiés de « <i>tirs de développement</i> ». Selon la presse le SNLE avait ses 16 missiles. Les têtes auraient frappé le réceptacle de Kura, au Kamtchatka. Missile équipé d'un système de télémétrie.	S // 22
28 novembre 2014	Tir depuis le <i>Borey-2 K-550 A. Nevskiy</i> depuis la mer Blanche	Succès, « <i>les têtes atteignent le réceptacle de Kura</i> ».	S // 23
14 novembre 2015.	2 SLBM tirés par le Borey-3 <i>V. Monomakh</i>	24 ^{ème} et 25 ^{ème} . Un des <i>Bulava</i> manque sa cible (voire les deux, selon certaines sources). Le 2 ^{ème} missile s'autodétruit en vol à mi-course. Il pourrait s'agir d'une procédure normale : pour économiser de l'argent, l'un des missiles n'est pas complet (maquette au lieu des 2 étages supérieurs)	S + E ? // 24 et 25
27 septembre 2016	2 SLBM tirés par le K-535 <i>Y. Dolgorukiy</i>	1 missile atteint le réceptacle de Kura, le 2 ^{ème} est détruit en vol à mi-course « <i>après avoir effectué la 1^{ère} phase de son vol</i> » → voir observation ci-dessus. Le MINDEF qualifie le tir d'« <i>expérimental</i> ». De fait, les procédures de commandement et de contrôle pourraient avoir été testées pendant une inspection de la Flotte du Nord	S + E ? // 26 et 27
26 juin 2017	1 SLBM tiré par le K-535 <i>Y. Dolgorukiy</i>	SNLE en plongée en mer de Barents. Les différentes têtes atteignent leurs cibles situées sur le polygone de Kura au Kamtchatka. Ce test avait été annoncé par la diffusion d'un préavis HCOC.	S // 28
22 mai 2018	4 SLBM tirés par le K-535 <i>Y. Dolgorukiy</i>	1 ^{er} lancement en salve de 4 <i>Bulava</i> (séquence de tir de 30s). Il s'agit des 29 ^{ème} , 30 ^{ème} , 31 ^{ème} et 32 ^{ème} <i>Bulava</i> tirés. Ces 4 tirs sont officiellement qualifiés de « <i>tirs de qualification du missile</i> »	S // 29, 30, 31 et 32
24 août 2019	1 SLBM tiré depuis le K-535 <i>Y. Dolgorukiy</i>	Le SNLE en plongée en Océan glacial arctique, tir réalisé vers le réceptacle de Chizha dans l'oblast d'Arkhangelsk (1 ^{er} tir Est-Ouest, donc) La veille du tir, V. Poutine venait d'ordonner au MINDEF et au MAE de mettre en place des « <i>mesures de rétorsion symétriques</i> » en réponse au retrait américain du traité FNI (2 août 2019)	S // 33
29 octobre 2019	1 SLBM tiré depuis le K-549 <i>Prince Vladimir</i>	Tir de qualification depuis la mer de Barents, mer Blanche 1 ^{er} tir par le <i>Prince Vladimir</i> , toujours en essais d'usine (ASA prévue en 2020).	S // 34

12 décembre 2020	4 SLBM tirés deus le K-551 <i>V. Monomakh</i>	1 ^{er} tir d'un SNLE en plongée en mer d'Okhotsk et 2 ^{ème} tir en salve (4 SLBM). Tir vers le centre d'essais missiles de Chizha (oblast d'Arkhangelsk) Tir effectué dans le cadre du 8 ^{ème} exercice de la Triade nucléaire (exercice Grom) Il semble que le Borey ait tiré avec du retard (un NOTAM avait été déposé le 8 ou le 9/12).	S // 35, 36, 37 et 38
21 octobre 2021	1 SLBM tiré par le <i>Prince Oleg</i> (5 ^{ème} Borey)	SNLE en plongée en mer Blanche, tir vers réceptacle de Kura. Tir de qualification du SNLE.	S // 39
3 novembre 2022	1 SLBM tiré depuis le K-553 <i>G. Suvorov</i> (6 ^{ème} Borey)	Tir de qualification du SNLE. SNLE en plongée en mer Blanche, tir vers le centre d'essais missiles de Kura (Kamtchatka)	S // 40
5 novembre 2023	1 SLBM tiré depuis le K-554 <i>Empereur Alexandre III</i>	Tir de qualification du SNLE SNLE en plongée en mer Blanche, tir vers le centre d'essais missiles de Kura	S // 41
29 octobre 2024	1 SLBM tiré par <i>Prince Oleg</i>	Tir depuis la mer d'Okhotsk, réalisé dans le cadre de l'exercice annuel de la Triade.	S // 42

**Figure 18 – Mise en regard
« annonces des tirs *Bulava* » et « tirs effectués »**

Annonces officielles des tirs (avec dates des annonces)	Constats/remarques
2007, le CEMM russe évoque 2 tirs en 2008 à la distance maximale, tirs qui clôturerait la phase d'essais	3 tirs en 2008, en fin d'année, dont un seul est considéré comme un succès
La marine annonce un tir depuis le <i>Typhoon</i> le 21 décembre 2008	Tir effectué le 23 décembre 2008, 2 jours de retard. Echec
Après l'échec du tir du 23 décembre 2008, le MINDEF annonce (mars 2009) « 5 nouveaux tirs » pour 2009, la marine de son côté annonce « au moins 3 nouveaux tirs »	2 tirs seulement en 2009
Tir du 24 novembre 2009	Reprogrammé le 9 décembre 2009
- Janvier 2010 : 1 tir annoncé pour juillet suivi, si validé, par 4 à 5 autres. - Mars 2010 : 2 tirs annoncé pour juin depuis le <i>Typhoon</i> et 2 autres, en salve, depuis le 1^{er} <i>Borey</i>. - Stock de 10 missiles constitués	Aucun tir entre janvier et octobre 2010, puis 2 tirs en octobre
Tir prévu le 17 décembre 2010 par le <i>Borey-1</i>	Tir reporté au 28 juin 2011, officiellement à cause de l'épaisseur de glace en mer Blanche
- Février 2011 : 5 tirs de validation annoncés - Août 2011 : 4 tirs supplémentaires avant fin 2011	4 tirs effectués, dont 2 après l'annonce d'août
Octobre 2011 : 2 tirs annoncés pour les 20 et 22 octobre (par <i>Borey 1</i>)	Tirs effectués les 28 octobre et 23 décembre
2 tirs annoncés (puis 1 seul tir) pour octobre et novembre 2012 par <i>Borey 2</i>	Aucun tir en 2012
5 juillet 2013, DG chantier SevMach, → tir programmé en septembre par le <i>Borey 2</i>	1 seul tir en 2013 : le 6 septembre par le <i>Borey-2</i>
- EMM (07/2013) : 2 tirs prévus en 2013 par <i>Borey 2</i> et <i>Borey 3</i>, puis admission en service si succès. - Autre tir annoncé par <i>Typhoon</i> au début de l'automne 2013	
5 juillet 2013 : 1 ^{er} tir de l'année aura lieu en septembre depuis le <i>Borey-2</i>	
Août 2013 : tir depuis le <i>Typhoon</i> « au début de l'automne 2013 »	
Septembre 2013, le MINDEF ordonne 5 tirs supplémentaires en 2014 après l'échec du 06/09	3 tirs, septembre, octobre et novembre 2014 (voir figure 17 supra)
Septembre 2013, l'ingénieur chef du projet <i>Bulava</i> , Y. Solomonov déclare que les nouveaux essais demandés pourraient comprendre un nombre plus important de tests que les 5 tirs requis par le MINDEF.	
Septembre 2013 : tir par <i>Typhoon</i> en janvier 2014	Aucun tir
Janvier 2014, EMG : 5 prochains tirs, en mai et en juin 2014	Aucun tir
Mars 2014 (presse), 4 tirs entre l'été et l'automne 2014 par <i>Borey 2</i> et <i>Borey 3</i>	Aucun tir
Avril 2014 (presse) : 4 tirs par <i>Borey-2</i> et <i>Borey-3</i> « pendant l'été »	Aucun tir

12 mai 2014 : les 5 tirs prévus après l'échec du tir de 09/2013 auront lieu en septembre 2014 par <i>Borey 2</i> et <i>Borey 3</i>	1 seul tir par <i>Borey-3</i> le 10/09/2014
31 mai 2014 (vice MINDEF) : « <i>seulement 2 tirs</i> » en 2014 : 1 ^{er} septembre par <i>Borey 3</i> et en novembre par <i>Borey 2</i> .	
Début juin 2014 : tir par le <i>Borey-3</i> fin septembre et par <i>Borey 1</i> en novembre 2014	
26 septembre 2014 (Marine) : prochains tirs par les <i>Borey-2</i> et 3 à l'automne 2015	10 novembre 14 (source de la BITD) : « <i>plus de tir Bulava en 2014</i> » → « <i>prochain tir à l'automne 2015 par le Borey-2</i> » (A. Nevskiy)
7 novembre 2014, le <i>Borey-2</i> charge ses <i>Bulava</i> à Severodvinsk → tir imminent.	
25 novembre 2014, EMM : nouveau tir prévu entre le 28 et le 30 novembre par <i>Borey-2</i>	Tir effectif le 28 novembre 2014 par le <i>Borey-2</i>
5 août 2015 : tir par le K-550 A. <i>Nevskiy</i> (n°2) prévu en septembre depuis la mer d'Okhotsk	27 août 2015, l'EMM annonce que le <i>Nevskiy</i> ne tirera pas, mais effectuera une 1 ^{ère} patrouille début septembre (il a ses 16 <i>Bulava</i>)
29 août 2015 : tir par le V. <i>Monomakh</i> (n°3) prévu en octobre/novembre depuis mer de Barents. AVURNAV émis entre le 11 et le 15 septembre 15.	Le <i>Monomakh</i> est de retour à Severodvinsk le 14 septembre 2015 seulement 4 jours après son appareillage. Russianforces.org y voit un tir <i>Bulava</i> raté.
6 octobre 2015, annonce de 3 lancements de <i>Bulava</i> en octobre-novembre par <i>Monomakh</i> (2) et par un autre <i>Borey</i> à déterminer.	2 SLBM tirés par le <i>Monomakh</i> le 14 novembre 2015. Un des missiles manque le réceptacle de Kura.
11 mars 2016, annonce d'un tir de 2 <i>Bulava</i> par le V. <i>Monomakh</i> « <i>en juin 2016</i> »	2 tirs par le D. <i>Donskoy</i> , en mer Blanche, le 27 septembre 2016

Figure 19 – Principaux jalons du calendrier *Borey*

Novembre 1985	L'OKB Rubin lance les premières études techniques sous l'appellation de <i>Projet 935 Borey-2</i> (avec SLBM D-35), puis de <i>Projet 955 Borey-1</i> (avec SLBM D-31).
2 novembre 1996	Mise sur cales du premier Borey, le <i>Y. Dolgorukiy</i> , au chantier SevMash de Severodvinsk
Début 1999, abandon du SLBM <i>Bark</i>	Arrêt des travaux de construction du <i>Y. Dolgorukiy</i> . La silhouette générale est adaptée au gabarit du SLBM Bulava
2001	ASA initialement prévue du <i>Y. Dolgorukiy</i> lors de sa mise sur tins → reportée
« courant 2005 »	ASA prévue des 2 premiers Borey, selon le vice-MINDEF → reportées
12 février 2008	Lancement <i>Yuriy Dolgorukiy</i>
Fin décembre 2008	Les essais à la mer du <i>Yuriy Dolgorukiy</i> sont repoussés à mai 2009 en raison de l'introduction de nouvelles règles de sécurité sur les réacteurs nucléaires après l'accident du SNA <i>Nerpa</i> (voir supra figure 13)
19 septembre 2008	Selon un « responsable anonyme de la Marine » cite par RIA Novosti, le <i>Yuriy Dolgorukiy</i> et ses missiles <i>Bulava</i> devraient être opérationnels en 2009
19 mars 2010	Selon un responsable de la Marine, des essais <i>Bulava</i> seront effectués fin juin depuis le <i>Dmitri Donskoy</i> (Typhoon) et le <i>Y. Dolgorukiy</i> . Si les tirs sont des succès, le <i>Dolgorukiy</i> entrera en service avant la fin de l'année 2010.
Début novembre 2010	Le <i>Yuriy Dolgorukiy</i> rentre à quai à Severodvinsk après seulement une semaine d'essais à la mer
28 juin 2011	Premier tir d'un <i>Bulava</i> par un Borey (le <i>Y. Dolgorukiy</i>). Ce tir devait avoir lieu en juin 2010 (décalage d'un an)
Novembre 2011	Le bureau d'études Rubin reçoit une demande de modification du design du Borey à partir du n°4 (le <i>Prince Vladimir</i>) pour leur permettre d'emporter 20 tubes verticaux, contre 16 pour les 3 premiers (projet 955A).
22 septembre 2012	Le MINDEF affirme que l'ASA du <i>Yuriy Dolgorukiy</i> est repoussée à une date inconnue à cause de l'apparition de nombreux problèmes techniques. Même mésaventure pour le <i>Nevskiy</i> : retard dû à la nécessité de tester de nouveaux équipements et/ou à cause « d'une mauvaise interprétation du calendrier de construction du SNLE ». L'ASA du <i>Nevskiy</i> était initialement prévue pour 2009.
10 janvier 2013	Livraison du <i>Yuriy Dolgorukiy</i> à la marine, mais le SNLE est considéré comme « en service expérimental »
Avril 2013	Les essais d'usine du Borey-2, le <i>A. Nevskiy</i> , connaissent des difficultés, et, selon le directeur de Roskosmos, V. Popovkin, pourraient être allongé d'un an et son ASA repoussée à 2014 (contre l'automne 2013 initialement prévu) ¹⁴⁶ à cause des retards pris par les sous-traitants.
Septembre - octobre 13	Le MINDEF ordonne l'arrêt des essais des Borey et 5 autres tests du <i>Bulava</i> .
6 novembre 2013	L'EMM réfute l'information selon laquelle en raison des échecs du <i>Bulava</i> les Borey pourraient être transformés en SSGN. Le 1 ^{er} novembre, l'EMM laissait entendre que « utiliser les nouveaux Borey sans leurs missiles reviendraient à utiliser les Tu-160 comme des chasseurs ».
Décembre 2013	Le <i>Yuriy Dolgorukiy</i> revient au chantier SevMach pour y subir une période d'entretien « de plusieurs mois », après avoir passé seulement quelques jours à son port-base de Gadzhievo. On évoque le remplacement de son revêtement anéchoïque.
27 mars 2014	Le <i>Nevskiy</i> et le <i>Monomakh</i> ne seront pas affectés à leur port-base de Vilyuchinsk (Pacifique) avant l'automne 2015, selon l'EMM, au lieu de l'automne 2014 comme annoncé précédemment.
2015	Première patrouille opérationnelle d'un Borey (<i>Yuriy Dolgorukiy</i>). Le SNLE n'a probablement pas ses 16 missiles Bulava.

¹⁴⁶ Rossiyskaya Gazeta du 10 avril 2013.

Figure 20 - Comparaison *Bulava* Vs *SS-N-23/Laïner*

	Bulava	R-29 RM Shtil	Laïner
Appellation russe	R-30 Bulava ou 3K30	R-29 RM Shtil	R-29RMU2.1 Laïner
Appellation Start/New Start	RSM-56	RSM-54	RSM-54
Appellation OTAN	SS-N-32 (ex-SS-NX-30)	SS-N-23 Skiff	SS-N-23
Indice GRAU¹⁴⁷	3M30	3M37	3M47
Système de combat /direction de lancement d'armes	D-19M	D-9RM	D-9RMU2.1
Début développement	1999	1979	2009
1^{er} tir d'un SNLE	27 septembre 2005	Juin 1983	20 mai 2011
Mise en service	- Juin 2012 : opérationnel « sous réserve », - Mai 2018, admission officielle - Mai 2024 : décret d'acceptation	1986	31 janvier 2014
Retrait du service		2010	Toujours en service
Bureau d'études		NII Mashinostroyeniya/ GRTs Makeyev	NII Mashinostroyeniya/ GRTs Makeyev
Usine de montage	Votkinsk	Krasnoyarsk	Krasnoyarsk
Porteur	Borey	Delta-IV	Delta-IV mod
Carburant	Ergols solides (étages 1 et 2), liquide (étage 3) 36,8t. // L : 12,1m //	Liquide (3 étages), oxyde d'azote tétraoxyde/UDMH	Liquide (3 étages), oxyde d'azote tétraoxyde/UDMH
Dimensions/poids	Ø : 2,1m (avec conteneur) 1^{er} étage : L : 3,8m -Ø : 2m – poids : 18,6t. ; 2^{ème} et 3^{ème} étages : Ø : 2m Nota : le bus est intégré dans le 3 ^{ème} étage.	40,3t // L :14,8m // Ø : 1,9m	40,3t // L :14,8m // Ø : 1,9m
Durée de vie opérationnelle	30 ans	18 à 20 ans	18 à 20 ans (2025-2030)
Capacité de trajectoire déprimée/non-standard	Oui	Oui	Oui
Capacité de tir sous glace	Oui	Oui	Oui

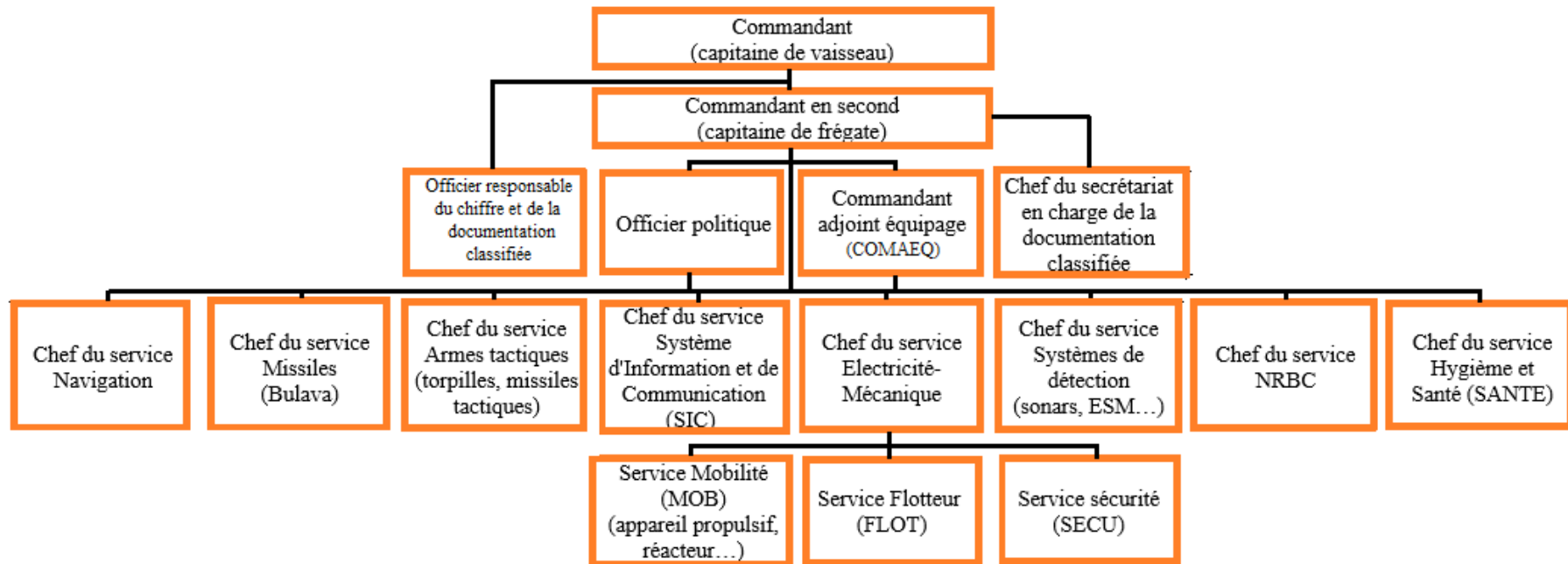
¹⁴⁷ Indice GRAU (Glavnoye Raketno-Artilleriyskoye Upravleniye) système utilisé par la Direction générale pour l'artillerie et les missiles pour codifier ses équipements.

(2m ?)			
Type d'éjection	Lancement dit « à sec » (dans conteneur scellé TPK 3F30-9)	Lancement dit « humide » (tube inondé)	Lancement dit « humide » (tube inondé)
Portée	8 300 à 9 300 kms	8 300 kms	11 500 kms
Charge utile	1 150 kg	2 800 kg (Start I)	2 800kg
Nombre de têtes // missiles	6 x 150kt (+ leurres) x 16 SLBM	4 x 200kt ou 10 x 100kt x 16 SLBM	4 à 10 ¹⁴⁸ (+ leurres ?)x 16 SLBM
Puissance des têtes/ogives	100 kt (Têtes identiques au SS-27mod <i>Yars</i>), hautement manœuvrables, guidage indépendant (KB MIT)	100 kt (type ?) Têtes développées par KB Makeev et VNIITF Tcheliabinsk-70	100 kt. Têtes identiques au SS-27mod <i>Yars</i> + dispositifs à la pénétration plus performants que le <i>Sineva</i>
Coque/enveloppe	Matériaux composites haute résistance	Alliage aluminium-magnésium	Alliage aluminium-magnésium
CEP	120 à 350 m ¹⁴⁹	500 m	250 m à 350 m
Aides à la pénétration	Oui	?	Oui
Mode de guidage	inertiel + stellaire + GLONASS	Astro-inertiel	inertiel + stellaire + GLONASS
Immersion max. et vitesse max. du SNLE lors du tir	50m // SNLE 5 à 7 nds	55m et SNLE à 5-7 nds	55m // SNLE à 7 nds

¹⁴⁸ Voire 12 têtes, selon certaines sources.

¹⁴⁹ Voir (en russe) : <https://russian.rt.com/russia/article/613091-podlodka-borei-ispytaniya-bulava-harakteristiki>

Figure 21 – Organisation des services à bord d'un SNLE *Borey*



Source : organigramme diffusé par la Direction générale du renseignement du ministère ukrainien de la Défense, août 2025