



GAZETTE CASSIC

Collectif des Anciens des Systèmes de Surveillance, d'Information et de Communications

Porte-parole du CASSIC et rédacteur de la Gazette CASSIC :
Jean BIBAUD – jean.bibaud@wanadoo.fr – 06.62.80.46.09

Édition n° 10 – mars /avril 2023

Éditorial

Bonjour à toutes et à tous – Faisant suite à l'édition "Spéciale" n° 9 essentiellement consacrée au compte-rendu détaillé du rassemblement 2023 du CASSIC, cette 10^{ème} parution reprend la forme et le fonds des gazettes habituelles.

Lors de ce rassemblement, l'avenir à court et moyen terme du CASSIC a été abordé, perspective "clairement exposée" dans le compte rendu des 3 et 4 mars 2023 (*Gazette n° 9 de mars 2023*) ? Maintenant, le débat est ouvert !

Cette édition n° 10 va vous faire voyager, vous informer, et pour certains, vous rappeler ou évoquer quelques souvenirs : les TAAF / Kerguelen, Djibouti qui s'ouvre au spatial, la vie de demain sur la Lune, faut-il changer le modèle de nos armées, la commande de 700 missiles ASTER, le futur avion furtif chinois, le nouveau système Scorpion pour le char Leclerc, le monde des sous-marins, les sous-marins et la dissuasion nucléaire, le renouvellement des systèmes de surveillance du ciel, le système Dragon Fly ou système d'évitement automatique (*embarqué*) des aéronefs, les nouvelles batteries sans lithium, un petit tour dans le passé / l'école d'hier, le capitaine Michel CROCI / nom de la base aérienne de Mérignac, du nouveau sur le traitement de nos déchets alimentaires, la durée de vie de notre planète Terre, le livre "Rimbaud l'Africain" de Chehem WATTA... et le sourire de fin avec quelques blagounettes. Voilà un très large panel de sujets dont certains sont vraiment d'actualité, qu'il s'agisse de l'escalade du conflit russo-ukrainien et des tensions sino-étasuniennes, de l'environnement... de l'équilibre mondial tout simplement.

Bien amicalement – Portez-vous bien et restons zen !
Votre rédacteur et porte-parole Jean BIBAUD :

- Courriel : jean.bibaud@wanadoo.fr
- Téléphone : 06.62.80.46.09

CASSIC

Points importants

Il est bon de rappeler les points importants du compte-rendu du rassemblement des 03 et 04 mars 2023 du CASSIC objet de sa gazette n° 9.

La "trilogie" CASSIC / ACMA / Béarn" doit s'épanouir au fil du temps et des adhésions à l'ACMA, garantie sur le long terme de notre mémoire et de la solidarité (*notre passé, notre présent et notre futur*).

Les archives mémorielles de l'ANATC / GR 003 FNAM seront transférées à la Chapelle dès que l'extension sera totalement terminée, après feu vert de l'ACMA : cela peut attendre encore 1 à 2 ans (*2024 ou 2025*). D'ici là, elles sont et seront soigneusement conservées à Saujon à côté des archives administratives de l'ANATC / GR 003 FNAM qui, pour ces dernières, seront conservées à Saujon jusqu'en janvier 2031. Ces archives mémorielles ont fait l'objet d'un article détaillé paru dans la gazette CASSIC n° 3 de mai 2022.

Bref, l'adhésion d'un maximum de membres actuels du CASSIC à l'ACMA s'avère nécessaire, cela en réponse à deux inquiétudes :

- La paupérisation importante du CASSIC (*population âgée, voire très âgée...*), d'où la nécessité de "diluer" progressivement son effectif (*membres actuels du CASSIC*) dans celui de l'ACMA. Cette mesure devrait donc devenir réalité d'ici 2 à 3 ans, lorsque toutes les archives mémorielles ANATC / GR 003 FNAM seront en place dans l'extension de la Chapelle. Aujourd'hui, la Gazette CASSIC intéresse aussi l'ACMA, et pourrait survivre au CASSIC en donnant naissance à une gazette purement ACMA, pourquoi pas.
- Le CASSIC n'est pas propriétaire des archives mémorielles, du drapeau et de la stèle de l'ANATC / GR 003 FNAM (*confiés à l'ACMA sur décision de l'AGE de dissolution de l'ANATC / GR 003 FNAM*), d'où l'intérêt de former une seule et même famille, celle de l'Amicale Mémorial de l'Aviation avec pour berceau commun, la Chapelle Mémorial de l'Aviation de Lescar (*point d'attache*

indépendant de toute autre structure... étatique, historique...)

Par conséquent, il faut dès maintenant consolider l'amitié et la solidarité entre le CASSIC et l'ACMA par le biais des adhésions et des dons nécessaires à la fin des travaux d'extension de la Chapelle (*il faut encore environ 8.000 € pour cela*).

Reportage(s)

Les Terres australes, vigies de la France au sud de l'océan Indien

Confettis dans l'immensité maritime, les îles Kerguelen, Crozet et Amsterdam, perdues aux confins des océans Indien et Austral, jouent un rôle stratégique très important pour la France sur les plans géopolitique et scientifique.

Sur le quai du Port à la Réunion, quatre fois par an, des scientifiques, militaires, agents de l'administration des terres australes et antarctiques françaises embarquent sur le Marion-Dufresne, un bateau de 120 mètres de long qui ravitaille les bases scientifiques qui se trouvent sur chacune des îles. L'AFP s'est jointe à l'expédition partie en décembre 2022.

L'administration des Terres australes et antarctiques françaises (Taaf) explique que la souveraineté française sur ces îles très isolées n'a jamais été contestée par aucun pays. Cependant même si elle n'est pas menacée, il est nécessaire de l'affirmer pleinement, à la fois par la présence de bases occupées en permanence, et par une surveillance des eaux sous juridiction française (*eaux territoriales et Zone économique exclusive/ZEE*) qui entourent ces îles. En effet, forte de tous les territoires ultramarins, le domaine maritime de la France dépasse les 10 millions de km², dont 20% qui dépendent des terres australes.

Ces territoires sont d'abord importants symboliquement car la France est le seul pays avec l'Australie, à être présent de manière territoriale dans tout le triangle entre l'Afrique du Sud, l'Australie et l'Antarctique.

Les Australiens sont nos voisins avec les îles Heard et McDonald, mais ça n'a rien à voir en termes de surface et en terme de zone économique exclusive avec ce qu'on peut trouver dans l'ensemble des terres australes françaises.

« Depuis le Brexit, la présence européenne dans la région est de facto une présence française », affirme Paco Milhiet dans un article publié par l'institut de relations internationales et stratégiques.

Les Terres australes ont donc été choisies pour abriter une station du système européen de positionnement par satellite Galileo.

« Cette station reçoit les données de navigation des satellites pour contrôler en temps réel l'intégrité du signal, et connaître l'état de chacun des satellites d'une part, et d'autre part calculer les corrections qu'il faut envoyer au satellite pour permettre ensuite à l'utilisateur de calculer sa position », explique à l'AFP Xavier Pena, responsable du déploiement de Galileo.

« Évidemment, pour assurer ce genre de couverture, il faut que ce réseau de station soit global donc couvre la terre entière. Kerguelen étant proche de l'Antarctique,

c'est vital d'avoir une couverture dans cette zone-là », ajoute-t-il.

Le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) a lui installé sur Crozet et Kerguelen plusieurs capteurs sismiques, terrestres et sous-marins, ainsi qu'une station de mesure des radionucléides dans l'atmosphère, qui font partie du réseau international de détection créé après la signature du traité d'interdiction des essais nucléaires (Lice) en 1996.

Pour Mikaa Mered, ces installations sont des avantages stratégiques majeurs pour la France puisque ça lui permet d'avoir une position de vigie dans une zone du monde où personne n'en a.

Les Terres australes sont aussi un lieu de recherche où se relaient des spécialistes en biologie, en physique, en chimie, ou encore en sciences humaines et sociales.

« Les terres australes et encore plus l'Antarctique sont vues comme séparées du reste du monde, parce qu'on a des difficultés à y aller, mais toutes ces zones-là sont déterminantes pour l'ensemble du système terre », indique Yann Robert Couder, écologue, directeur de l'institut polaire français.

« Étudier tout ce qui est marin autour des îles subantarctiques peut permettre de mieux comprendre ce qui est en train de se passer au niveau global dans nos océans. On a aussi des animaux emblématiques qui n'existent que dans ces zones-là qui sont donc des réservoirs génétiques insoupçonnés qui pourraient servir pour le pharmaceutique que d'autres utilisations auxquelles on ne pense pas encore », ajoute-t-il.

De nombreuses espèces d'oiseaux, de mammifères marins ou de plantes présentes sur ces terres sont en effet uniques au monde car elles se sont adaptées au cours de plusieurs millions d'années d'évolution dans un isolement extrême, à des milliers de kilomètres de tout continent.

Cette biodiversité permet à la France d'avoir une légitimité au sein de la Commission baleinière internationale par exemple, et plus largement lors des négociations sur le climat.

Ces vigies de la France au sud de l'océan Indien, mal connues pour beaucoup d'entre-nous, voire ignorées par d'autres, méritent de s'y attarder. Tout au presque nous est livré dans les 4 annexes suivantes :

- **Annexe n° 01 ci-jointe** : Terres australes et antarctiques françaises
- **Annexe n° 02 ci-jointe** : Archipel des Iles Kerguelen
- **Annexe n° 03 ci-jointe** : Arrivée des nouveaux aux Iles Kerguelen
- **Annexe n° 04 ci-jointe** : Dumont-d 'Durville, base polaire du bout du monde

Vie sur la Lune : à quoi ressemblera un village lunaire ?

Métaux, minéraux, glace...Les agences spatiales envisagent d'utiliser les ressources présentes sur notre satellite pour y bâtir une base permanente et permettre à des astronautes d'y séjourner.

D'ici 2034 - 2050, fini la simple visite touristique. Désormais, les agences spatiales ambitionnent de s'installer durablement sur la Lune afin d'en exploiter

les richesses, dès 2034 pour la Nasa, plutôt 2050 en ce qui concerne l'Agence européenne (ESA). Les projets de bases lunaires deviennent peu à peu réalité. Or la Lune reste un lieu hostile : pas d'atmosphère ni d'eau liquide, des températures extrêmes (de -248 ° à 123 °C), un bombardement continu de météorites (environ 180 nouveaux cratères par an) et de radiations cosmiques... Le coût de l'acheminement des éléments nécessaires à la survie des équipes implique de pouvoir produire sur place une très grande partie des matériaux mais aussi de l'oxygène, de l'eau liquide et de l'énergie. **Suite à l'annexe n° 05 ci-jointe.**

Combien de temps la Terre sera-t-elle encore habitable ?

Il lui reste au moins 1,72 milliard d'années pour qu'elle reste habitable. Ensuite, l'eau liquide disparaîtra en raison de l'augmentation de la température à la surface de notre planète. Et la vie s'éteindra. L'homme, lui, aura disparu depuis bien longtemps.

D'après une étude "sérieuse", les espèces végétales les moins résistantes entameront leur déclin dans 500 millions d'années. Les animaux, qui dépendent d'elles pour leur nourriture et leur oxygène, leur emboîteront le pas.

Dans à peu près 2,8 milliards d'années, il ne restera que des microbes très résistants, jusqu'à ce qu'ils succombent eux aussi à la chaleur. **Suite à l'annexe n° 06 ci-jointe.**

Armées

Armées : Il faut changer de modèle !

Texte de Xavier Guilhou (*) - Expert international en prévention des risques, pilotage de crises, et aide à la décision stratégique.

Avant le Covid, déjà, les commentaires militaires croulaient sous l'expression "haute intensité". La guerre de haute intensité est là désormais, on la voit tous les jours, depuis un an, en Ukraine. Et bien des responsables constatent enfin avec effarement que l'armée française n'aurait pas été incapable de mener une guerre pareille pendant si longtemps. Pour l'auteur, aucun doute : il faut repenser nos armées !

« Nous sommes sur l'os... ! » [Devons-nous comprendre « Nous sommes sur l'"ostensible" » ou autre chose ?]. Qui n'a pas entendu nos grands chefs utiliser cette expression pour préciser que nous n'avons plus de marges de manœuvre sur le plan capacitaire, voire que nous sommes bien en deçà de l'acceptable pour assurer les missions assignées à nos armées. Il est évident qu'après trois décennies de rabotage budgétaire nous ne pouvons qu'être en limite basse en termes de suffisance opérationnelle (moyens, munitions, stocks stratégiques, personnels...) et que, pour reprendre un terme de marins, « nous talonnons ! ». A ce rythme, la prochaine étape est « l'échouage ».

La guerre en Ukraine sert de révélateur dans tous les domaines et a la vertu de réveiller les consciences endormies par des années de « dividendes de la paix ». Pourtant les signaux précurseurs n'ont pas manqué, mais chaque fois le relativisme et la bureaucratie ont effectué

leur travail de neutralisation et de normalisation pour continuer à tirer vers le bas nos postures de défense. De fait « nous sommes bien sur l'os » et il nous faut avant tout « remettre de l'épaisseur », à tous les niveaux, pour combler ou compenser ces faiblesses structurelles. La projection de corps expéditionnaires tous azimuts n'est plus dans nos moyens. Nous devons nous recentrer sur la défense de nos intérêts vitaux, la protection de notre territoire et remuscler notre dissuasion. Il faut changer de méthode et surtout de modèle ! **Suite à l'annexe n° 07 ci-jointe.**

Le programme Scorpion qui va faire du Leclerc un cyber char

Le char Leclerc entre dans une nouvelle ère, celle du combat collaboratif. Le 12 janvier 2023, le ministère des Armées a passé commande auprès de Nexter de 50 chars Leclerc rénovés (XLR) supplémentaires dans le cadre de la modernisation à mi-vie portant sur 200 engins. Ce marché a été notifié par la Direction générale de l'armement (DGA) le 29 décembre 2023. Ce système fonctionnera demain avec le Scaf

Le terme rénové est un euphémisme puisque le char intégrera la bulle Scorpion (Synergie du CONTACT Renforcée par la Polyvalence et l'Infovalorisation). Mise en œuvre par la DGA, cette technologie a été créée pour le combat collaboratif. Comme les nouveaux blindés Jaguar, Serval et Griffon, le Leclerc XLR sera donc doté d'un système d'information de combat avec radio à haut débit. **Suite à l'annexe n° 08 ci-jointe.**

Armée de l'air et de l'espace

<https://www.defense.gouv.fr/air>



La France renouvelle ses systèmes de surveillance du ciel

Le ministère des Armées a passé commande à Thales de nouveaux radars et d'un système d'information dans le cadre d'une vaste opération de modernisation des moyens de surveillance du ciel, a annoncé début février 2013 la Direction générale de l'armement (DGA).

Le montant global des deux contrats annoncés dépasse 350 millions d'euros. Ils concernent la modernisation des moyens du Système de commandement et de contrôle des opérations aérospatiales (SCCOA). Ce "système de systèmes", permet de surveiller l'espace aérien français, de coordonner la défense sol-air et de conduire les opérations aériennes sur le territoire national et lors d'opérations extérieures, explique la DGA dans un communiqué. Ce système d'information doit être mis en œuvre en 2026 sur la base de Lyon Mont-Verdun, centre névralgique de la défense aérienne française d'où sont coordonnées les opérations aériennes. La modernisation des systèmes de surveillance de l'espace aérien avait fait l'objet l'an passé d'un contrat de 1,5 milliard d'euros sur dix ans avec Thales pour l'entretien des 700 systèmes

différents qui composent le SCCOA. **Suite à l'annexe n° 09 ci-jointe.**

Le ministère des Armées livre des détails sur la commande franco-italienne de 700 missiles

ASTER - Information du 30 janvier 2023



Le 27 janvier 2023, le ministre des Armées, Sébastien Lecornu, a rencontré son homologue italien, Guido Crosetto, pour évoquer la coopération militaire entre la France et l'Italie, celle-ci devant s'amplifier dans le cadre du Traité du Quirinal, signé en novembre 2021.

Lors du point presse tenu à l'issue de cet entretien, M. Lecornu a indiqué que la question de l'accroissement des capacités de production de MBDA notamment en matière de défense sol-air avait été évoquée. Puis, dans la foulée, le quotidien L'Opinion a indiqué que la France et l'Italie venaient de décider de commander conjointement 700 missiles de défense aérienne Aster-30 pour le système Sol-Air Moyenne Portée / Terrestre (SAMP/T), fruit d'une coopération entre les deux pays, via le consortium Eurosam (Thales et MBDA). Le tout pour deux milliards d'euros. **Suite à l'annexe n° 10 ci-jointe.**

Nouvelles technologies

DragonFly : Airbus teste une technologie de vol autonome inspirée de la libellule



Des capteurs sont utilisés pour une vision à 360°.

À l'image des constructeurs automobiles, Airbus continue d'innover dans

l'automatisation des vols. La filiale de l'avionneur dédiée à l'innovation, Airbus UpNext, vient de tester son nouveau système DragonFly sur un A350-1000. L'outil devrait permettre d'assurer de manière autonome des opérations de pilotage complexe, pour assurer la sécurité du vol ou maximiser l'efficacité de certaines opérations. Précisément, les technologies de DragonFly permettent "le déroutement d'urgence automatisé en croisière", "l'atterrissage automatique" et "l'assistance au roulage". Comme son nom l'indique, le démonstrateur d'Airbus UpNext s'inspire de la vision et du vol intelligent des libellules. En effet, possédant une vision à 360°, l'insecte est en mesure de repérer certains points particuliers dans une image pour guider sa trajectoire de vol. « Les systèmes que nous développons et testons sont conçus de manière similaire pour

examiner et identifier les caractéristiques du paysage qui permettent à l'avion de 'voir' et de manœuvrer en toute sécurité dans son environnement », expliquent ainsi les experts.

L'automatisation développée par l'avionneur devrait permettre à terme de sécuriser les opérations d'urgence en vol. Si les pilotes sont en incapacité de conduire l'appareil, DragonFly pourrait prendre, en partie, le relais pour diriger l'avion vers un aéroport de secours et faciliter les opérations d'atterrissage.

Pour fonctionner, le système prendra en compte son environnement et adaptera son trajet en conséquence, à la manière d'une libellule. Par ailleurs, la sécurité de l'approche (phase avant l'atterrissage) sera sécurisée par l'établissement d'un "canal de communication constant entre l'avion et le contrôle du trafic aérien ainsi que le centre de contrôle des opérations de la compagnie aérienne". La technologie DragonFly se base sur un système combinant de multiples capteurs et des "algorithmes de vision par ordinateur", le tout additionné à des "calculs de guidage robustes".

La dernière campagne d'essais en vol du système semble pour l'heure convaincante. De même, l'assistance au roulage (déplacement de l'avion sur la piste) a pu être testée de manière concluante sur le tarmac de l'aéroport de Toulouse-Blagnac. Dans le futur, Airbus UpNext compte encore améliorer son outil en développant de nouveaux algorithmes de vision par ordinateur, encore plus performants.

« Ces tests constituent l'une des nombreuses étapes de la recherche méthodique de technologies visant à améliorer encore les opérations et la sécurité », a déclaré Isabelle Lacaze, responsable du démonstrateur DragonFly d'Airbus UpNext.

C'est donc un système inspiré du biomimétisme qui semble très prometteur. À suivre !

Révolution pour l'autonomie des voitures électriques

Si les batteries lithium-ion actuelles répondent à de nombreux besoins en matière de mobilité, elles sont loin d'être parfaites. Leur densité énergétique serait améliorable, et le risque d'incendie pourrait disparaître avec les batteries solides.

Depuis quelques années, nous entendons fréquemment parler des batteries solides, et de la possible révolution qu'elles apporteraient dans le monde des véhicules électriques.

Dans l'immense majorité des véhicules électriques d'aujourd'hui, des batteries Lithium-ion sont utilisées. Le principe de fonctionnement est le suivant : la batterie lithium-ion est composée de deux électrodes : une anode (la borne positive) et une cathode (la borne négative) étant chacune dans une solution électrolytique. Un séparateur est situé entre l'anode et la cathode, pour ne pas qu'il y ait de contact entre les deux.

Le principe des batteries solides est fondamentalement différent, avec un électrolyte qui n'est plus liquide, mais solide. L'image ci-dessus fournie par Samsung illustre bien le principe. L'électrolyte solide de la batterie solide (à droite de l'image), joue également un rôle de séparateur, ce qui permet de ne pas avoir à utiliser de

composants supplémentaires pour séparer l'anode de la cathode. **Suite à l'annexe n° 11 ci-jointe.**

Géopolitique / Infos

Vous avez dit "sous-marin" ?

Qu'est-ce qu'un sous-marin, quelle est son histoire, quel est son emploi... ???

Au XX^e siècle, plus de 5.800 sous-marins militaires ont été construits, dont 1.109 par la Russie / URSS, soit 19 %.

Au 2 mars 2010, un site spécialisé américain recensait 353 sous-marins militaires (*hors sous-marins de poche*) en service totalisant 1.669.118 tonnes et 97 autres en construction ou en commande totalisant 403.000 tonnes dans 39 marines de guerre.

Aujourd'hui, plus que jamais depuis les menaces de Vladimir Poutine, les sous-marins à propulsion nucléaire sont incontestablement un vecteur de puissance militaire, notamment pour leur rôle dans la dissuasion nucléaire lorsqu'il s'agit de lanceurs d'engins. L'équilibre hérité de la Guerre froide connaît plusieurs bouleversements. D'une part le début d'un nouveau cycle technologique exige une modernisation coûteuse des flottes et ouvre une période de réarmement. D'autre part l'irruption de la Chine fait basculer les enjeux géostratégiques de l'Atlantique vers le Pacifique.

Au XX^e siècle, plus de 5 800 sous-marins militaires ont été construits, dont 1 109 par la Russie / URSS, soit 19 %.

Au 2 mars 2010, un site spécialisé américain recensait 353 sous-marins militaires (*hors sous-marins de poche*) en service totalisant 1.669.118 tonnes et 97 autres en construction ou en commande totalisant 403.000 tonnes dans 39 marines de guerre. **Suite à l'annexe n° 12 ci-jointe**

Affirmer sa puissance : forces sous-marines et dissuasion nucléaire

Les sous-marins à propulsion nucléaire sont par définition des vecteurs de puissance militaire, notamment pour leur rôle dans la dissuasion nucléaire lorsqu'il s'agit de lanceurs d'engins.

Pendant longtemps dominée par l'affrontement entre États-Unis et URSS, la géographie de la dissuasion est aujourd'hui plus multipolaire tandis qu'émerge un nouvel acteur face aux États-Unis, la Chine. À un relatif désarmement mondial pourrait succéder une nouvelle course à l'armement.

La rapide analyse des forces sous-marines révèle les enjeux d'un monde "maritimisé", dans lequel les mers et les océans peuvent être perçus comme un océan global, autour duquel les différentes parties du monde se lient en une seule humanité. Dans ce monde, la sécurité est une affaire collective dans laquelle la dissuasion nucléaire joue un rôle majeur.

Cet océan mondial aux enjeux géostratégiques accrus est l'espace où s'opèrent de profonds bouleversements sous l'effet de rivalités de puissances. La géographie apporte des clés indispensables à leur compréhension, parce

qu'elle convoque le raisonnement multiscale (d'échelle et d'espace), comme outil intellectuel pour saisir l'expression de nouvelles recompositions géopolitiques et mettre à jour leurs enjeux. L'éventualité d'un cycle de réarmement invite à mesurer le rôle géopolitique acquis très récemment par la Chine, la prédominance toujours affirmée des États-Unis, et des rapports de puissance qui oscillent entre dualité et multipolarité. Les patrouilles sous-marines tiennent compte des passages stratégiques et des points de tension géopolitique, comme les rivages chinois, où s'entremêlent les enjeux locaux, régionaux, nationaux et mondiaux. La localisation et le rôle des bases sous-marines doivent être compris avec cette grille de lecture, en référence à la fois à l'environnement proche dans lequel les bases s'insèrent, mais également aux échelles des façades et des grandes aires océaniques sur lesquelles elles s'ouvrent et enfin aux nouveaux équilibres mondiaux et à l'importance stratégique désormais majeure du Pacifique. **Suite à l'annexe n° 13 ci-jointe.**

La Chine dévoile le design de son futur avion de chasse furtif

Pékin veut produire un chasseur furtif de sixième génération bien avant Washington. Le nouvel appareil pourra tirer des lasers et des missiles hypersoniques mais aussi déployer des essaims de drones.

Le géant de la défense Aviation Industry Corporation of China (AICC) a diffusé une vidéo présentant un nouvel avion de chasse au design encore inédit pour un aéronef chinois. Selon le South China Morning Post, certains analystes militaires ont provisoirement baptisé cet engin encore anonyme le J-XX. À première vue, ce nouvel appareil ressemble à son prédécesseur de cinquième génération, le J-20 dont la conception aurait bénéficié de vols de données technologiques militaires américaines par la Chine. L'avion de chasse le plus puissant de l'armée chinoise doit donc sa création à ce vol de technologies. C'est ce qu'affirme James Anderson, l'ancien sous-secrétaire américain à la Défense. « *Ce que nous savons, c'est que Pékin a développé l'aéronef furtif J-20 grâce à de gros efforts d'espionnage. Cet appareil ne serait pas aussi avancé* ». **Suite à l'annexe n° 14 ci-jointe.**

Djibouti annonce la première base de lancement spatial en Afrique

Le continent, idéalement situé autour de l'équateur, connaît un net engouement pour l'espace. Le ciel y est désormais vu comme un outil crucial de développement, et de souveraineté.

Une annonce surprise, mais pas si surprenante. Le président de Djibouti, Ismaël Omar Guelleh, a révélé, début janvier, sur Twitter, un projet de construction d'une base de lancement spatial dans la région de Tadjourah (*au Nord de Djibouti*), en partenariat avec la société chinoise Hong Kong Aerospace Technology. Un projet d'envergure pour ce pays de la Corne de l'Afrique, qui a, depuis longtemps, misé sur sa situation

stratégique, à l'entrée de la mer Rouge, l'une des routes commerciales les plus empruntées au monde, pour développer son économie. Avec cette base spatiale à 1 milliard de dollars (933 millions d'euros) sur cinq ans, cet Etat désertique parie, cette fois, sur sa grande proximité avec l'équateur. **Suite à l'annexe n° 15 ci-jointe.**

Messages

Compostage obligatoire à partir du 1^{er} janvier 2024

L'inquiétude se lit sur certains visages, surtout chez les citadins en apprenant que dans moins d'un an, ils devront se mettre au tri de leurs déchets alimentaires. Le compostage ne se fait pas qu'à la campagne... C'est réellement compatible avec la "vie parisienne", à l'aide d'un point de collecte de déchets alimentaires qui devra être installé près de chez eux. **Suite à l'annexe n° 16 ci-jointe.**

Mémoire - Souvenir

Mort du capitaine Michel CROCI

La Base Aérienne 106 de Bordeaux porte son nom



Le capitaine Michel Croci, né le 26 juillet 1944 à Montmartin-sur-Mer dans la Manche et mort pour la France le 25 janvier 1984 à Torodum (*Tchad*) était un pilote de chasse expérimenté de la 11^{ème} escadre de chasse. Engagé dans l'armée de l'air en mai 1965, il est rapidement devenu un pilote de très grande valeur, totalisant 3.860 heures de vol, dont 1.100 heures sur Jaguar. Le 25 janvier 1984, alors qu'il était chef de détachement à N'Djamena dans le cadre de l'opération Manta, il s'est envolé pour la dernière fois à la tête d'une patrouille mixte de Jaguar et de Mirage F1 pour effectuer cette mission de reconnaissance armée au-dessus d'éléments hostiles dans la région de Torodoum. Touché par les tirs d'une colonne de rebelles, son avion a explosé en vol. La mention "Mort pour la France" lui a été attribuée par décision ministérielle et il a été cité à l'ordre de l'armée aérienne à titre posthume le 3 février 1984. Sa personnalité, sa foi très profonde en la mission, son rayonnement et son dynamisme lui avaient permis de s'imposer très rapidement comme chef des opérations de l'escadron. Chef de détachement dans le cadre de l'opération Manta, il a fait le sacrifice suprême dans l'accomplissement de son devoir. **Suite à l'annexe n° 17 suivante.**

ACMA

<http://www.aviation-memorial.com>

Amicale de la Chapelle Mémorial de l'Aviation et du Camp Guynemer. Route de l'Aviation RD 289 – 64230 LESCAR. Contact : contactchapelle@free.fr

36^{ème} Escadre

Dans la gazette n° 11 du CASSIC, l'ACMA nous livrera quelques pages sur l'aviation à Pau (*Pont-Long*) entre 1923 et 1939. En "avant-goût", voici quelques lignes de cette histoire.

Le 36^{ème} Groupe Autonome d'Observation (GAO) est créé le 1^{er} juillet 1923 à Pau Pont-Long par rassemblement des 11^{ème} et 12^{ème} Escadrilles.

Le 1^{er} janvier 1924, le 36^{ème} GAO est redésigné 36^{ème} GAA (*Groupe Autonome d'Aviation*) et voit la création d'une troisième unité, la 13^{ème} Escadrille. Cette grande formation dépend alors, avec le 3^{ème} Régiment d'aviation de chasse de Châteauroux et le 31^{ème} Régiment d'observation de Tours, de la 6^{ème} Brigade de Tours.

En effet, depuis 1920, l'Aéronautique militaire est organisée en régiments, groupes et escadrilles. En 1921, cette structure se précise par la création de trois brigades aériennes, chacune dotée, entre autres unités, d'un régiment d'observation, d'un régiment de "défense contre avions" (DCA) et de formations d'aérostation (*ballons*).

Ce 36^{ème} GAO est en fait l'ancêtre de la 36^{ème} Escadre de Détection Aéroportée (EDA) d'Avord qui a repris, depuis le 1^{er} mars 1990, les traditions des groupes de reconnaissance I/36 et II/36 dont les origines remontent à cette période d'entre-deux-guerres.

Vu le "volume" de cet article très intéressant, vous le trouverez dans prochaine la gazette n° 11 du CASSIC. En attendant, et en prélude à cette histoire de la 36^{ème} Escadre à Pau, voici celle de l'aérodrome militaire de Pau Pont-Long.

Aérodrome militaire de PAU - PONT-LONG

De manière à faciliter l'installation d'un centre d'aviation militaire auprès de sa garnison, la ville de Pau convint en août 1911 avec le ministère de la Guerre de donner gratuitement à l'État et sans limitation de durée la concession des 128 ha de lande appartenant à la commission syndicale du Haut-Ossau et dont celle-ci acceptait de lui accorder location à cette fin. Sauf un certain nombre de propriétés privées qui s'y trouvaient enclavées et seront acquises par la suite par l'État, cette surface concédée était limitée par deux routes (*dont l'actuelle R.D. 289, celle de la Chapelle Mémorial de l'Aviation*) à l'est et à l'ouest, par le marais de l'Uillède au sud et par le ruisseau d'Ayguelongue au nord. **Suite à l'annexe n° 18 ci-jointe.**

Bonnes adresses

Le Petit Futé



C'est un peu plus de 45 ans d'expérience dans les guides de voyage et du tourisme, 60 millions de visites par an pour 250 millions de pages vues. Le Petit futé fédère une communauté de plus d'1,3 Millions de voyageurs. Apprécié par de nombreux voyageurs, il n'est pas malgré tout une référence absolue, notamment dans sa

version papier. L'idéal est de faire appel à son site Web plus fiable grâce aux "rafraîchissements" ponctuels de son contenu : <https://www.petitfute.com>

"Depuis 1976, les bonnes adresses du bout du monde sont ainsi au bout de la rue !"

Les Nouvelles Éditions de l'Université éditent en plusieurs langues les guides du Petit Futé dont 4 nouveaux guides paraissent chaque jour, guides qui accompagnent des voyageurs vers plus de 800 destinations, dont plus de 100 destinations exclusives, dans 189 pays dans le monde. Les Nouvelles Éditions de l'Université comptent ainsi parmi les premiers groupes d'éditions indépendants dans l'univers du tourisme !

Pour chacun de ses titres, le Petit Futé bénéficie souvent de la présence sur le terrain d'une équipe compétente. Ainsi, à chaque nouvelle édition le contenu éditorial est souvent revu, corrigé, développé et les établissements testés et visités, avec aussi l'aide de ceux et celles de retour de leur destination, de leurs recherches complémentaires et constatations.

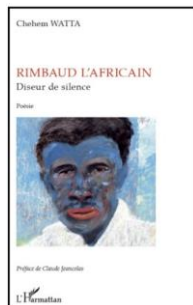
Le Petit Futé reste un bon guide de voyage, avec de bons plans et des expériences à partager !

Le site Web du Petit Futé nous propose :

- Des destinations ; où et quand partir / idées de séjours, la France, l'Amérique Centrale et Sud, Asie, Océanie, Afrique, Amérique du Nord et Caraïbes, Europe, Proche et Moyen Orient...
- Des reportages ; toutes les actualités, idées de week-end et vacances, top 10 et insolites voyages, agenda et événements, on a testé pour vous...
- L'organisation de son voyage ; réserver ses billets d'avions, location de voitures et de bateaux, réserver un train, trouver un hôtel, location de vacances (*camping, montagne, mer, campagne...*), activités et visites, acheter des devises étrangères, assurance voyage, réserver un parking...
- Sa boutique ; guide sur mesure MyPetitFuté, boutique Petit Futé, le marché Futé...

Le Petit Futé a au moins l'avantage de bien nous "éclairer", ce après quoi il convient de se renseigner plus précisément via une agence de voyage, d'un site internet spécifique à notre destination, sans oublier de consulter les sites étatiques (*ministère des affaires étrangères, ambassades françaises...*) pour connaître plus précisément les contraintes administratives et sanitaires du moment sur le voyage ou les vacances envisagées hors de la zone européenne.

Publications



"RIMBAUD L'AFRICAIN - Diseur de silence"

De Chehem Watta – Chez L'Harmattan.

"Ce livre de Chehem Watta ne vise pas la démonstration, ni l'exégèse, il est poème, cantique d'amour à Rimbaud, à la corne d'Afrique et à

l'union des deux, reconnaissance et prière. Un livre

exigeant. Il réclame qu'on fasse silence, qu'on taise toutes les rumeurs prosaïques de notre quotidien, qu'on se rende disponible" : extrait de la



préface de Claude Jeancolas (*historien d'art et journaliste français*). Il s'est surtout illustré par la publication de dix-neuf ouvrages sur Arthur Rimbaud, l'un des auteurs le plus

prolifères sur le sujet).

Date de publication : juin 2012

Format : 135 x 215 cm : 256 pages

Prix : 27,5 € (ou version numérique : 20,99 €)

Chehem Watta est né à Bouraïta à Djibouti en 1962. Après des études en France, il retourne dans son pays en 1985 et occupe divers postes dans l'administration avant de travailler à la lutte contre le sida dans le cadre du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). Son œuvre poétique, à l'écoute de l'oralité des pasteurs nomades dont il est issu, célèbre la terre et les paysages, la vie nomade, le désert et ses rigueurs mais aussi le drame de son peuple déchiré par l'arrivée brutale du monde moderne.

Un peu d'humour

Blagounettes

Mieux vaut rire que pleurer ! C'est reconnu, les blagues permettent d'évacuer le stress, de positiver, de réduire la douleur et de vaincre la routine. Autour de nous, il existe plusieurs possibilités qui nous permettent de rire, parmi lesquels les blagues.

La blague, appelée également histoire drôle ou gag, une fois racontée, entendue ou lu déclenche le rire. Ce mot fait son apparition pour la première fois en 1809. L'utilisation du terme "blague" dans le sens que nous connaissons aujourd'hui serait née dans le cercle militaire durant la période de Napoléon 1^{er}. La blague se décline aujourd'hui sous plusieurs formes (*jeux de mots, devinettes, contrepèterie, calembours etc...*). **Suite à l'annexe n° 19 ci-jointe.**

ANNEXE 1

Terres australes et antarctiques françaises

Ne doit pas être confondu avec France antarctique.

Statut : Territoire d'outre-mer

Chef-lieu : Territoire administré depuis Saint-Pierre, La Réunion

Superficie : 43 967 200 ha = 439 672 km²

Fuseau horaire : UTC+04 :00 heures pour les îles Éparses de l'océan Indien et archipel Crozet
UTC+05:00 pour les îles Kerguelen, les îles Saint-Paul et la Nouvelle-

Amsterdam

UTC+10:00 pour la Terre Adélie



Les Terres australes et antarctiques françaises, abrégées par l'acronyme TAAF, constituent une collectivité "sui generis" ("*de son propre genre*" qualifiant ainsi une situation juridique dont la singularité empêche tout classement dans une catégorie déjà répertoriée et nécessitant de créer des textes spécifiques) située en outre-mer créée par une loi du 6 août 1955. Elles sont mentionnées dans l'article 72-3 de la Constitution française.



Ce territoire comprend actuellement cinq districts très différents : l'archipel Crozet, les îles Kerguelen, les îles Éparses de l'océan Indien, les îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam et la terre Adélie. Pour cette dernière, la souveraineté française s'exerce dans le contexte du traité sur l'Antarctique signé à Washington en 1959 qui établit un gel des prétentions territoriales et affirme la liberté de la recherche scientifique sur tout le continent. La présence de la France doit donc être compatible avec les exigences du traité qui a été complété en 1991 par le protocole de

Madrid sur la protection de l'environnement et qui fait de ce continent une réserve naturelle consacrée à la paix et à la science.

Aucune portion du territoire n'a possédé de population civile permanente, en dehors de quelques brèves tentatives de colonisation. La France y assure cependant une présence humaine continue (*logistique, scientifique ou militaire*) grâce à du personnel relevé régulièrement.

Les trois districts historiques des Terres australes françaises (*l'archipel Crozet, les îles Kerguelen et les îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam*) accueillent aujourd'hui la plus grande réserve naturelle de France et l'une des plus grandes aires marines protégées du monde. Le périmètre de la réserve naturelle a également été inscrit sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO le 5 juillet 2019.

Les Terres australes et antarctiques françaises sont toutes situées dans le sud de l'océan Indien ou, pour la Terre Adélie, dans le secteur de l'océan Austral situé directement au sud de l'océan Indien à la longitude de l'Australie. Les îles Éparses de l'océan Indien sont proches de Madagascar, de Mayotte et de l'Union des Comores ; et toutes les autres îles se trouvent au sud-est de Madagascar (*les plus proches de La Réunion*) et des Mascareignes (*dont Rodrigues et Maurice*).

Principales distances entre la Réunion et les districts lointains des TAAF

<u>La Réunion</u> (<u>Saint-Pierre</u>)	2 810 km	2 820 km	3 380 km	7 600 km
<u>Crozet</u> (<u>Alfred-Faure</u>)		2 320 km	1 410 km	5 310 km
		<u>Amsterdam</u> (<u>Martin-de-Viviès</u>)	1 410 km	5 020 km
			<u>Kerguelen</u> (<u>Port-aux-Français</u>)	4 240 km
				<u>Terre Adélie</u> (<u>Dumont-d'Urville</u>)

Les TAAF comportent 2 709 km de côtes.

Les trois Districts des Terres australes (*archipel Crozet, îles Kerguelen, îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam*) sont tous caractérisés par leur environnement océanique et leur nature volcanique.

- Les îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam sont situées sur la dorsale Est-Indienne ;

- l'archipel Crozet sur un plateau océanique sur le flanc est de la dorsale ouest indienne ;
- Les îles Kerguelen sur un vaste plateau aismique entre les deux branches de ces dorsales.

Si la souveraineté française sur les terres australes n'est pas contestée, les cas de la Terre Adélie et des îles Éparses de l'océan Indien restent plus complexes. Sur le plan administratif ces cinq districts ne sont pas des collectivités de niveau inférieur mais des circonscriptions déconcentrées.

Nom du District	Base permanente/chef-lieu	Effectif moyen d'hivernage	Superficie (km ²)	ZEE* (km ²)
Îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam	Martin-de-Viviès	29	66	502 533
Archipel Crozet	Base Alfred-Faure	18	352	567 475
Îles Kerguelen	Port-aux-Français	45	7 215	563 869
Terre Adélie	Base Dumont-d'Urville	25	432 000	112,000
Îles Éparses de l'océan Indien	-	-	44	640 400
TAAF		140	439 677	2 386 277

ZEE = Zone Économique Exclusive (*bande de mer ou d'océan située entre les eaux territoriales et les eaux internationales*).

Les terres australes françaises, à ne pas confondre avec les îles Australes de Polynésie française, forment trois districts sur lesquels la souveraineté française est universellement reconnue :

- les îles Kerguelen, découvert en 1772 par Yves Joseph de Kerguelen de Trémarec qui en prend possession au nom du royaume de France et le baptise "France australe". La souveraineté de la République française est réaffirmée officiellement en 1893 face aux prétentions britanniques et australiennes. L'archipel fait partie de la plaque antarctique.
- L'archipel Crozet, découvert en 1772, par Marc Joseph Marion du Fresne qui en fait alors une possession du royaume de France. Comme les îles Kerguelen il fait partie de la plaque antarctique.
- les îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam sont découvertes en 1522, par Juan Sebastián Elcano alors membre de l'expédition de Fernand de Magellan. Elles passent définitivement sous souveraineté française en 1892. Elles font partie de la plaque antarctique, à la limite de la plaque australienne.

Les terres australes sont ravitaillées par le "Marion Dufresne 2" qui assure l'ensemble de la logistique ordinaire de ces trois districts. Elles sont protégées dans le cadre de la réserve naturelle nationale des Terres australes françaises

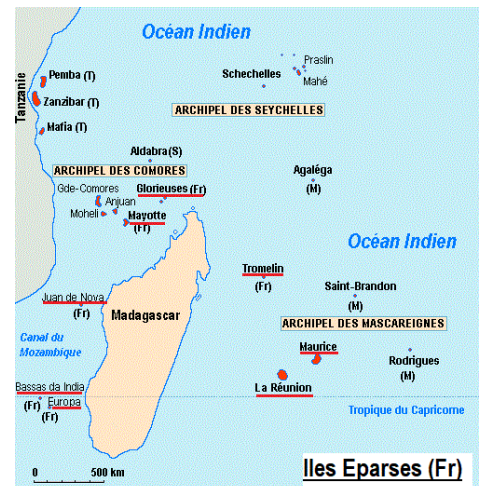


Le district de la Terre Adélie est constitué d'une portion du continent antarctique. Découverte par Jules Dumont d'Urville en 1840, la Terre Adélie est l'unique district antarctique français. Cette portion antarctique est associée aux terres australes en 1949. La souveraineté française n'est pas universellement reconnue sur ce territoire qui est administré dans le cadre du traité sur l'Antarctique. Certains États ne reconnaissent par principe aucune revendication territoriale sur l'Antarctique. Elle abrite la base antarctique Dumont-d'Urville située sur l'île des Pétrés et gérée par l'Institut polaire français Paul-Émile-Victor. La France maintient une présence continue sur la Terre Adélie depuis le 20 janvier 1950, date de la fondation de Port-Martin la première base antarctique française, soit avant la signature (*1^{er} décembre 1959*) et l'entrée en vigueur (*23 juin 1961*) du traité sur l'Antarctique.

Le district des îles Éparses de l'océan Indien est composé d'îles, îlots et atolls tropicaux pour la plupart situés dans le canal du Mozambique. Ajouté en 2007, il ne forme administrativement qu'un seul district composé de l'atoll Bassas da India, de l'île Europa, des îles Glorieuses, de l'île Juan de Nova et de l'île Tromelin. La souveraineté française y est contestée par la République de Madagascar pour l'atoll Bassas da India, l'île Europa, les îles Glorieuses, l'île Juan de Nova et par la République de Maurice pour l'île Tromelin.

Les îles Éparses de l'océan Indien — Bassas da India, île Europa, îles Glorieuses, Banc du Geyser, île Juan de Nova et île Tromelin — comportent :

- 44 km² de superficie (*terres émergées*) ;
- 118,4 km² de lagons ;
- 640 400 km² de zones économiques exclusives (ZEE) ;
- Aucun habitant.



Bien que situées en zone tropicale, les îles Éparses de l'océan Indien — Bassas da India, île Europa, îles Glorieuses, île Juan de Nova et île Tromelin — ont été intégrées au territoire des Terres australes et antarctiques françaises en application

de l'article 14 de la loi n° 2007-224 du 21 février 2007 et conformément au 11^e alinéa de cet article qui a rendu leur intégration effective dès la promulgation de la loi. Ce rattachement se justifie principalement pour des raisons de facilités et de similitude administratives car Bassas da India, l'île Europa, les îles Glorieuses et l'île Juan de Nova sont situées dans le canal du Mozambique et l'île Tromelin à l'est de Madagascar. Elles sont toutes inhabitées.

Les îles Éparses de l'océan Indien constituent le cinquième district des TAAF. Le chef de district est basé à Saint-Pierre-de-la-Réunion. Auparavant, les îles Éparses de l'océan Indien étaient administrées séparément au nom de l'État par l'administrateur des îles Éparses de l'océan Indien dont la charge était confiée (*par nomination du ministère des Outre-mer*) au préfet de la Réunion (*les îles Éparses de l'océan Indien n'ont jamais fait partie du territoire de la Réunion depuis la création de ce département d'outre-mer*) puis à partir de 2005 au préfet des TAAF. Les îles Éparses de l'océan Indien continuent à faire l'objet de revendications territoriales de la part de Madagascar pour Bassas da India, Europa, les îles Glorieuses et l'île Juan de Nova, de la part de la Fédération des Comores pour les îles Glorieuses et de la part de la République de Maurice pour l'île Tromelin.

La moitié de la population mondiale de sept espèces ou sous-espèces d'oiseaux marins vit ou survit dans les TAAF. L'archipel Crozet et les îles Kerguelen sont parmi les plus riches du monde en oiseaux avec respectivement 34 et 33 espèces nidificatrices en communauté les plus diversifiées au monde et avec des effectifs atteignant plusieurs millions d'oiseaux (*25 millions d'oiseaux nidificateurs rien que pour l'archipel Crozet*). Le record de biomasse d'oiseau y a été établi : on y compte soixante tonnes d'oiseaux au kilomètre carré.

Les manchots sont les plus connus et les plus nombreux. Quatre espèces dominent : le manchot royal, le manchot papou, le gorfou sauteur et le gorfou doré (*ou macaroni*) en colonies de dizaines voire centaines de milliers d'individus.

Au moins huit espèces d'albatros y vivent ainsi que 25 espèces de pétrels, des cormorans, skuas, goélands, sternes, damiers du Cap, etc. dont deux espèces moins dépendantes de la mer : les chionis et les canards d'Eaton (*endémique*). D'Amsterdam dépend la plus grande population d'Albatros à nez jaune de l'océan Indien au monde ainsi que la seule population d'albatros d'Amsterdam, espèce endémique au bord de l'extinction (*cf. liste rouge de l'UICN*) et dont les quarante derniers couples ne se reproduisent que sur le plateau des Tourbières à une altitude de 600 mètres. Diverses sous-espèces sont endémiques à ces îles comme le cormoran des Kerguelen.

Trois espèces de pinnipèdes, l'éléphant de mer, l'otarie de Kerguelen, l'otarie d'Amsterdam, se reproduisent sur ces côtes. Elles ont été jusqu'à la fin du XIX^e siècle poursuivies par les chasseurs, sans pourtant disparaître, ce qui a permis la reconstitution de certaines populations depuis leur protection. 400 000 éléphants de mer se reproduisent maintenant annuellement dans les îles Kerguelen. Le nombre des otaries d'Amsterdam est remonté à 40 000 à 50 000 alors qu'elles avaient presque disparu (*moins d'une centaine lors du comptage de 1956*).

Neuf espèces de cétacés sont encore observées autour des îles Kerguelen, dont le dauphin de Commerson (*sous-espèce endémique encore commune dans la région*). Dans l'archipel Crozet, dans les îles Kerguelen et à Amsterdam, de nombreux orques chassent les jeunes éléphants de mer, les otaries et les bancs de poissons.

Les stocks halieutiques y sont parmi les moins surexploités dans le monde mais une pêche illégale s'est développée, notamment de la légine australe, poisson prédateur des profondeurs qui peut atteindre deux mètres de longueur, à haute valeur commerciale, pêché à la palangre qui a aussi un impact majeur sur les albatros et grands pétrels en fort déclin dans ces régions (*deux tiers de la population ont disparu pour certaines espèces*).

Outre la légine présente dans les îles Kerguelen et dans l'archipel Crozet, la langouste est abondante à Saint-Paul et Amsterdam.

La France a mis en place une surveillance satellitaire avec sur place la marine nationale (*sur la ZEE française*), en lien avec l'Australie et l'Afrique du Sud. Des contrôleurs indépendants sont présents à bord des bateaux légaux pour vérifier le respect des quotas de pêche (*arrêté du préfet des TAAF sur avis du Muséum national d'histoire naturelle*). La marine nationale française assure également des patrouilles : en dix ans, d'octobre 1997 à décembre 2007, une dizaine de navires illégaux ont été arraisonnés.

La flore des terres australes et antarctiques françaises est composée d'une végétation rase et naine, généralement classée dans la catégorie des toundras pour les îles Crozet et Kerguelen. L'île Amsterdam est la seule île subantarctique à posséder un arbuste ligneux : "Phyllica arboresens". La diversité est très faible compte tenu de leur éloignement de toute terre.

Les espèces végétales introduites sur les archipels, volontairement ou non, prolifèrent au détriment des espèces locales. Les plantes locales sont également menacées par le piétinement et l'abrutissement exercés par les espèces de mammifères introduits comme les lapins, les rats ou les rennes.

Les communautés terrestres des îles australes sont relativement pauvres et parfois dégradées mais l'endémisme y est élevé : 90 % des invertébrés de l'archipel Crozet ne vivent que sur les îles subantarctiques de l'océan Indien et 55 % ne sont présents que sur cet archipel. Ces écosystèmes jouent le rôle de sentinelles en termes de modifications climatiques et d'impact du trou dans la couche d'ozone.

La surpêche et les modifications climatiques sont les premières menaces. Les oiseaux souffrent des prises accidentelles (*pêche à la palangre*), de la concurrence par la surpêche et d'espèces introduites dans certaines îles (*chats et rats notamment*) alors que le réchauffement risque d'éloigner de plusieurs centaines de kilomètres vers le sud les proies du manchot royal et de nombreuses espèces. L'utilisation de casiers plutôt que de palangres pourrait diminuer l'impact écologique de cette pêche.

Face à ces menaces et de façon à protéger au maximum les territoires et eaux territoriales des districts des îles Kerguelen, de l'archipel Crozet et de Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam, a été créée en octobre 2006, la réserve naturelle nationale des Terres australes françaises. Elle comprend l'ensemble des terres émergées, soit 7 668 km² et une zone maritime de

665 969 km² (*soit bien plus que la taille de la France hexagonale*) ce qui en fait l'une des aires marines protégées les plus grandes du monde et la plus grande réserve halieutique stricte de la planète.

Les Terres australes, Saint-Paul et Amsterdam sont découvertes par les Portugais et les Hollandais en 1552. L'Archipel Crozet, constitué de cinq îles volcaniques, est découvert en 1772 par les Français, Marc-Joseph Marion Dufresne et Julien Crozet et, la même année, le Français Yves-Joseph de Kerguelen, découvre l'archipel Kerguelen.

Les îles Éparses sont découvertes principalement par les Portugais et les Français, lors de voyages en direction des Indes. Les îles Glorieuses sont identifiées par des navigateurs dès le XVI^e siècle, et c'est Hippolyte Caltaux qui nomme l'île en 1879, quand il accoste sur cet îlot. L'île de Juan de Nova, la plus marquée par l'occupation humaine, découverte en 1501, est baptisée du nom de l'amiral portugais, au service du roi Manuel I^{er}. Mais trop exigüe, les puissances coloniales s'en désintéressent, laissant la possibilité aux pirates de l'habiter plusieurs années. Autre découverte portugaise sur l'itinéraire de la route des Indes, l'Atoll Basas Da India, longtemps un obstacle aux navigateurs, garde encore les traces de centaines de naufrage, dont celui de la nef portugaise "Santiago". L'île Europa, connue depuis le XVI^e siècle, doit attendre 1774 pour qu'un navire britannique, nommé "Europa", la baptise du nom de leur vaisseau.

L'île Tromelin, tristement connue pour son histoire des esclaves oubliés en 1761, a été découverte le 11 août 1722 par Briand de La Feuillée, capitaine du vaisseau de la Compagnie des Indes, "La Diane", qui faisait route de Saint Paul (*Réunion*) en direction des Indes.

En 1840, le Français, Jules Dumont d'Urville accoste à Terre Adélie, en Antarctique, dont le centre est le pôle sud géographique.

Au XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, de nombreux navires et marins, surtout britanniques et américains, viennent pêcher la baleine et chasser les éléphants de mer et les phoques. Si la pêche à la baleine est prestigieuse, elle est surtout nécessaire pour répondre aux besoins de la société industrielle naissante en Europe et en Amérique. L'histoire industrielle a en partie commencé grâce à la farine de baleine pour faire de l'engrais, à la graisse de baleine pour le fonctionnement des machines dans les usines et l'huile destinée à l'éclairage public dans les villes.

En 1893, une usine baleinière, pour produire de l'huile, est installée sur le site du Port Jeanne d'Arc à Kerguelen par les frères Bossière du Havre, à la suite de l'obtention, pour 50 ans, de la concession des îles Kerguelen par l'État français. En 1922 l'usine ferme. L'activité baleinière n'est plus rentable depuis 1911, le nombre de baleines a très largement diminué, de plus, la chasse aux éléphants de mer permet également la production d'huile, et le pétrole tend à remplacer ces huiles. L'arrivée des navires usines, traitant les baleines à bord, met définitivement fin à cette tentative.

La conserverie de langouste à Saint-Paul, lancée en 1928 a connu le même sort. L'épisode des Oubliés de l'île Saint-Paul témoigne de la difficulté de développer des activités dans ces territoires. La conserverie est abandonnée en 1931.

Des expéditions scientifiques soviétiques mènent des missions exploratoires dans les eaux des Kerguelen au début des années 1970 et y découvrent d'importants stocks de colin de Kerguelen. La flotte de pêche soviétique, la seconde en importance au niveau mondial à cette époque exploite tout d'abord cette ressource puis se tourne vers la pêche du poisson des glaces ("*Champscephalus gunnari*") et du colin austral ("*Lepidonotothen squamifrons*"). Ceci conduit à une surexploitation de ces trois espèces induisant une forte diminution des prises. La France définit une ZEE afin de mieux contrôler la pêche. La pêche de ces trois espèces est interdite aux Kerguelen dans les années 1990 mais des études menées dans les années 2000 ne montrent pas de récupération des stocks.

Aujourd'hui, la pêche perdure, mais elle n'est réservée qu'aux bateaux ayant une licence acquise auprès du siège administratif des TAAF, à Saint-Pierre de la Réunion, pour pêcher le légine, le thon, ou la langouste. La pêche y est strictement contrôlée pour permettre une exploitation durable des ressources de la mer.

Les îles Éparses, au départ, sont repérées pour l'exploitation de ressources naturelles comme le guano, le coprah, le phosphate et les cocotiers. Elles attirent nombre de commerçants et d'aventuriers y voyant une occasion de s'enrichir. L'histoire offre plusieurs exemples de tentatives, mais toutes ont été abandonnées.

Il y eut également la tentative d'implantation de colons venus de Tuléar (*localité de Madagascar alors colonie française*) en 1860 pour ramasser des œufs d'oiseaux et de tortues. Ils ont apporté avec eux des poules et des chèvres, seules les chèvres sont restées à l'état sauvage. D'autres initiatives ont suivi, mais faute d'eau douce, elles ont toutes échoué.

Le difficile accès, les conditions météorologiques et les contraintes naturelles expliquent en grande partie ces échecs.

La pêche est la seule activité économique significative qui a pu s'implanter durablement dans les TAAF. L'intérêt de ces territoires réside dans leur immense zone maritime et en particulier la ZEE (*zone économique exclusive*). Une extension importante du plateau continental juridique semble possible au-delà de la ZEE, conformément à l'article 76 de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer.

De nombreuses expéditions scientifiques ont été menées. La découverte de la Terre Adélie, en 1840, ouvre la voie aux explorations scientifiques polaires. Une première base, Port-Martin, y est construite en 1950 mais disparaît dans un incendie en 1952. Une nouvelle base est ouverte en 1956 à l'occasion de la préparation de l' "Année géophysique internationale" de 1957. Elle est baptisée Dumont d'Urville, en l'honneur du découvreur des lieux. Proche du pôle Sud magnétique, cette base est un lieu privilégié pour la recherche géophysique.

Les îles Kerguelen offrent des conditions idéales pour les observations solaires et astronomiques. Ainsi, en 1874, à l'occasion du passage de Vénus devant le soleil, plusieurs expéditions ont été envoyées dans les îles : des Anglais se trouvaient à Kerguelen dans la Baie de l'Observatoire où une mission archéologique a relevé des traces de leur passage en 2006. Des scientifiques français ont exploré le transit à Saint-Paul. En souvenir de leur passage, ils ont laissé une pierre gravée.

Sur les îles éparées, de nombreuses stations météorologiques sont implantées à la demande de l'Organisation météorologique mondiale. La France décide en 1950 d'implanter des stations météorologiques sur ces îles placées stratégiquement sur la trajectoire des cyclones tropicaux du sud-ouest de l'océan Indien.

Face aux appétits des puissances européennes, l'Etat français accélère, dès la fin du XIX^e siècle, l'affirmation de sa souveraineté, d'abord sur les terres australes puis sur les îles éparées. L'ensemble de ces terres procure à la France une Zone Economique Exclusive (ZEE) de plus de 2 200 000 km² riches en ressources marines, qui contribue à donner à la France la deuxième emprise maritime au monde après celle des Etats-Unis.

La découverte de l'archipel Crozet en 1772 par Marc Joseph Marion du Fresne s'est faite au nom du roi de France. Pour éviter de quelconques prétentions territoriales, Sadi Carnot, alors président de la III^e République française, envoie des navires sur les îles Saint-Paul et Amsterdam pour confirmer la possession française en 1892, puis en 1893 c'est au tour des Îles Kerguelen.

Le décret du 21 novembre 1924 rattache les Terres australes au Gouvernement général de France à Madagascar, alors colonie française. Il est abrogé par la loi n° 55-1052 du 6 août 1955 qui érige les TAAF en territoire d'outre-mer jouissant d'une autonomie administrative et financière. Terre Adélie s'y rajoute. Toutefois, cette dernière est exclue des prétentions de souveraineté depuis les accords de Washington ou le traité sur l'Antarctique, signé le 23 juin 1961, consacre ce continent comme réservé à la paix où les prétentions territoriales sont gelées.

En 2000 le siège des TAAF est basé à Saint-Pierre de la Réunion.

Depuis la révision constitutionnelle du 28 mars 2003, les TAAF sont mentionnées dans la constitution de la République française à l'article 72-3 et une modification du 25 juillet 2008 détermine le régime législatif des TAAF.

Le décret n°2006-1211 du 3 octobre 2006 a créé la réserve nationale des Terres australes françaises.

Les îles Éparées quant à elles, sont progressivement intégrées à l'Empire colonial français notamment en 1930 pour les Îles Glorieuses. Mais le mouvement d'indépendance malgache en 1960 conduit à modifier le cadre juridique des Îles Éparées qui sont désormais placées sous l'autorité du ministère de l'outre-mer par le décret n° 60-555 du 1^{er} avril 1960. S'ajoute la loi n° 2007-224 du 21 février 2007 qui fait de ces îles le cinquième district des TAAF. En 2012, le parc naturel marin des Glorieuses voit le jour. Malgré la souveraineté française sur ces territoires, les îles Éparées restent réclamées par Madagascar, les Comores ou Maurice pour Tromelin.

Créées en tant que territoire d'outre-mer (TOM) par la loi du 6 août 1955, les TAAF sont dotées de la personnalité juridique et de l'autonomie administrative et financière. Elles sont en outre, depuis la révision constitutionnelle du 28 mars 2003, mentionnées explicitement à l'article 72-3 de la Constitution de la République française. Avant 1955, les Terres australes et antarctiques françaises n'existent pas en tant qu'entité territoriale distincte. Les îles australes (*archipel Crozet, îles Kerguelen, îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam*) sont rattachées à partir de 1924 à l'administration du Gouvernement général de la France à Madagascar et les îles Éparées dépendent de Tamatave. En 1949, la Terre Adélie y est ajoutée et l'ensemble forme alors un district de la province de Tamatave.

Les TAAF sont placées sous l'autorité d'un préfet, administrateur supérieur des Terres australes et antarctiques françaises. L'administrateur supérieur est dépositaire de l'autorité de l'État dans la collectivité des Terres australes et antarctiques françaises. Il a rang de préfet (*depuis 2003*). Il y représente le Gouvernement, dont il met en œuvre, sous l'autorité du ministre chargé de l'outre-mer, les politiques dans le territoire. Le préfet administrateur supérieur a la charge des intérêts nationaux et du respect des lois. Il assure l'ordre public, la sécurité et la protection des personnes dans les territoires de la collectivité des TAAF. Il veille à l'exécution des lois, des engagements internationaux, des règlements et des décisions gouvernementales. L'administrateur supérieur exerce les fonctions de chef du territoire. Il veille sur les intérêts généraux du territoire. Il organise les services territoriaux dont il est le chef hiérarchique. Il prend les mesures propres à assurer le développement des districts. Il prend tous actes réglementaires qui relèvent de sa compétence de chef de territoire aux termes des lois et règlements. Le préfet administrateur supérieur bénéficie d'une délégation du préfet de La Réunion (*Délégué du Gouvernement*) pour certaines compétences de l'action de l'état en mer sur les zones économiques et eaux territoriales des TAAF. Le décret n°2006-1211 du 3 octobre 2006 portant création de la Réserve naturelle nationale des Terres australes françaises, fait également du préfet, administrateur supérieur des TAAF, le gestionnaire de la Réserve. Le décret lui donne en ce domaine des compétences très étendues, et lui permet de s'appuyer sur l'avis d'un comité consultatif et d'un conseil scientifique de la réserve.

Le siège administratif se trouvait initialement à Paris. Il a été installé en 2000 à Saint-Pierre, à La Réunion. Le rez-de-chaussée abrite des expositions et est périodiquement ouvert à la visite. Le préfet, administrateur supérieur des TAAF représente le territoire en justice, sauf en cas de litige entre le territoire et l'État.

L'administrateur supérieur est assisté d'un Conseil consultatif de 13 membres, représentant différents départements ministériels (*outre-mer, défense, recherche, pêche, environnement, affaires étrangères*). En cas de litige judiciaire entre l'État et le Territoire, le territoire est représenté en justice par le président du Conseil consultatif. L'administrateur supérieur des Terres australes et antarctiques françaises gère également la zone économique exclusive très étendue que confère la souveraineté française sur ces îles de l'océan Indien. Il est en responsable du registre maritime des Terres australes et antarctiques françaises, semble-t-il en sa qualité de représentant du territoire. L'administrateur supérieur est représenté dans chacun des districts par un "chef de district" qu'il désigne pour une période allant de trois mois à un an. Il s'agit de fonctionnaires de catégorie A volontaires qui deviennent responsables de domaines aussi variés que la gestion de l'environnement, la sécurité des biens et des personnes, la logistique, etc. par délégation de pouvoir de l'administrateur supérieur. Ils sont également officiers de police judiciaire et remplissent les fonctions d'officier d'état civil. Le rôle de chef de district de la Terre Adélie revient normalement au chef de la base antarctique Dumont-d'Urville.

Préfète administratrice supérieure et Chefs de district des TAAF au 15 novembre 2022.

Collectivité	Préfet
Terres australes et antarctiques françaises	Florence JEANBLANC-RISLER
District	Chef de district
Îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam	Jean-Philippe BRANNE
Archipel Crozet	Cyrille JACOB
Îles Kerguelen	Valérie COVACHO (<i>retraîtée de l'AAE</i>)
Terre Adélie	Jean-Philippe GUERIN
Îles Éparses de l'océan Indien	Gilbert MANCIET

Le traité sur l'Antarctique (*Washington, 1959*) établit un gel des prétentions territoriales en Antarctique. Ainsi, la France exerce sa souveraineté sur la Terre Adélie même si certains États refusent par principe toute appropriation territoriale de l'Antarctique. Les Terres australes et antarctiques françaises ont pour codes ATF, dans la norme ISO 3166-1 (*liste des codes pays*).

Par ailleurs, lors de la 43^e session du Comité du patrimoine mondial à Bakou, le périmètre de la Réserve naturelle nationale des Terres australes françaises a été classée sur la Liste du Patrimoine mondial.

Les Terres australes et antarctiques françaises (TAAF) sont reconnues par l'Union européenne (UE) en tant que Pays et territoire d'Outre-mer (PTOM), en anglais : Overseas Countries and Territories (OCT). Le régime juridique des PTOM est défini aux articles 198 et suivants du Traité sur le fonctionnement de l'Union européenne (*annexe I*). Les PTOM, dont le statut a été créé par le Traité de Rome en 1957, ne font pas partie de l'Union européenne et ne sont pas membres de l'espace Schengen bien qu'ils dépendent de pays en faisant partie.

Les PTOM bénéficient d'un statut d'associés aux États membres et ils relèvent constitutionnellement de trois des États membres de l'Union européenne : le Danemark, la France et les Pays-Bas.

Le but principal de cette association est de contribuer au développement durable de ces territoires, basé sur les trois piliers : économique, social et environnemental. Le droit dérivé communautaire ne s'applique pas directement aux PTOM, mais ils peuvent bénéficier du Fonds européen de développement (FED) ainsi que des programmes horizontaux de l'Union européenne. Bien que la législation européenne ne s'y applique pas, leurs citoyens nationaux disposent de la citoyenneté européenne et participent aux élections des représentants de leur pays au Parlement européen.

La collectivité dispose d'un budget d'environ 26 millions d'euros provenant :

- De ressources propres (*droits de pêche à hauteur de 5,5 M€, philatélie, impôts, tourisme, taxes de mouillage...*) représentant 78,8 % des recettes ;
- D'une subvention d'équilibre du ministère des Outre-mer ;
- d'un appui financier du ministère de l'Écologie au titre de la réserve naturelle nationale.

Les dépenses sont constituées à 70 % de frais de logistique et 12 % de dépenses de personnel.

Le territoire dispose d'un pavillon de complaisance. En octobre 1986, la France a créé le registre maritime des Terres australes et antarctiques françaises communément appelé "pavillon des Kerguelen" destiné à l'enregistrement de navires de pêche et commerciaux afin d'autoriser des exceptions dans le droit du travail qui ne sont pas tolérées sous le pavillon "France".

Cette exception a pris fin en 2005 pour la flotte commerciale, et été remplacé par le Registre international français.

Les Terres australes et antarctiques françaises ont le statut de collectivité d'outre-mer et, à ce titre, peuvent émettre leurs propres timbres. Cette activité représente un apport financier non négligeable dans les ressources budgétaires du Territoire (*entre 7 et 9 % du budget total ; entre 700 000 et 750 000 euros annuellement au début des années 2020*). Chaque année, 12 à 15 timbres sont émis à partir du 1^{er} janvier de l'année civile concernée et 60 000 exemplaires par timbre environ sont disponibles à la vente pendant deux ans.

Les personnels de l'armée de l'air (PARDEF), recrutés par les TAAF, remplissent également la fonction de gérant postal et bénéficient pour cela d'une formation théorique et pratique d'une quinzaine de jours à Paris et à La Réunion. Le gérant postal est le seul sur la base à pouvoir envoyer ou réceptionner une dépêche postale qui correspond à l'ensemble des sacs contenant des plis et des colis.

Les philatélistes du monde entier font ainsi des demandes personnalisées pour les plis qu'ils veulent recevoir. Pour cela, ils envoient un courrier à l'adresse de leur choix en l'affranchissant avec un timbre des TAAF et le glissent dans une enveloppe adressée à la gérance postale dans les districts austraux, les Éparses ou la Terre Adélie. Les lettres sont ensuite tamponnées sur place, le cachet de la poste faisant foi, et réexpédiées au destinataire selon leurs indications.

Les TAAF n'ont jamais eu de population autochtone et aucune population permanente à l'exception de quelques brèves et très limitées tentatives de colonisation. Il existe cependant une présence humaine continue sur certains de ces territoires, assurée par des scientifiques ou des militaires français. Ainsi en 2006, environ 650 personnes ont séjourné dans les TAAF dont 400 sont des scientifiques en mission et 200 à 250 des militaires, principalement de la Légion étrangère ou du 2^e RPIMa et des contractuels assurant la logistique.

- Îles Kerguelen : entre 45 et 110 personnes suivant la saison.
- La Terre Adélie : entre 30 et 100 personnes.

- Îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam : 25 à 45 personnes (*avec des missions ponctuelles de quelques personnes sur Saint-Paul*).
- Archipel Crozet : 25 à 45 personnes.

Travailler pour les TAAF exige des compétences très particulières, liées à l'éloignement, aux conditions climatiques extrêmes des îles australes et à des qualités de polyvalence dans les compétences requises.

Le personnel travaille sur divers sites : les bases australes et antarctiques, le "Marion Dufresne", le siège de Saint-Pierre à La Réunion, sans oublier l'antenne parisienne.

Sur les Terres australes et antarctiques françaises, un langage spécifique (*le "marduf" en "taafien"*), fait d'abréviations, d'acronymes, de mots créoles et d'expressions grivoises, est communément utilisé. Le "taafien" ne comporte pas de grammaire propre mais un lexique différent du français. Il désigne des réalités souvent spécifiques à ces régions, à leur faune, à leur administration et au travail qui y est assuré.

Le ministère de la Défense contribue au fonctionnement des TAAF par l'affectation d'un certain nombre de personnels en position dite de "participation extérieure" (*PARTEX*).

Ces personnels sont affectés soit au siège des TAAF à la Réunion, pour des séjours outre-mer d'une durée variable selon les armées, soit sur les districts austraux et antarctique, pour des séjours de douze mois, augmentés d'un mois de trajet aller/retour en bateau.

Armée de Terre

- Chef infrastructures (*chef de service*)
- Électromécanicien-frigoriste
- Plombier-chauffagiste
- Chef garage (*chef de service*)

Marine nationale

- Chef centrale (*chef de service*)
- Électricien centrale

Armée de l'air

- Chef approvisionnements (*chef de service*)
- Chef du service télécommunications – gérant postal (*chef de service*)
- Technicien télécoms

Dans le domaine de la médecine

Chaque année, 7 postes de médecin sont à pourvoir.

- 4 postes de médecin-chef dans les districts austraux et antarctique (*un pour chaque base*),
- 1 poste de médecin adjoint auprès du médecin-chef de la base de Port-aux-Français (*Kerguelen*) où l'activité est la plus soutenue,
- 1 poste de médecin basé au siège des TAAF, à Saint-Pierre de la Réunion, également chargé de médicaliser les rotations du Marion Dufresne,
- 1 poste de médecin à pourvoir à l'antenne parisienne des TAAF.

Au sein de chaque district, ils dirigent un mini hôpital.

Contractuel

Les TAAF recrutent régulièrement des personnels pour des missions dans les territoires austraux, dans les métiers de l'environnement, de la biodiversité, du bâtiment (*maçon, peintre, plaquiste, menuisier, électricien, plombier, carreleur, charpentier...*), ou encore de la restauration (*cuisinier, boulanger, pâtissier, boucher...*) et du service (*personnel de salle*).

Des postes sont également proposés à bord des navires lors des campagnes de pêche au thon (*dans le canal du Mozambique*) ou à la légine (*grande pêche australe*). Les fonctions à pourvoir sont celles d'observateur de pêche ou de contrôleur de pêche, pour des missions éphémères (*de quelques jours à trois mois consécutifs*).

Dans le domaine du Volontariat du service civique :

- Soutien aux missions de préservation de l'environnement.
- Assistanat de gestion dans les domaines administratif, comptable, communication ou informatique.
- Médecine de site isolé et de prévention.

Les TAAF ne sont desservies que par la mer. Il n'existe aucune installation portuaire dans les TAAF à l'exception d'une cale de débarquement à Port-aux-Français et d'une cale sommaire à Amsterdam.

Il n'existe ni aéroport, ni même de piste d'aviation à l'exception de l'île Tromelin, de l'île Europa, des îles Glorieuses et de l'île Juan de Nova dans les îles Éparses de l'océan Indien, qui possèdent chacune une piste rudimentaire. Une piste avait été construite à proximité de la base Dumont-d'Urville en Antarctique en 1980. Le but était de pouvoir relier l'Australie et l'Antarctique par un avion militaire de type Transall ou Hercules C130. Mais devant le coût financier de son entretien (*la piste avait été sérieusement endommagée par une vague due au détachement d'un bloc d'un glacier voisin*) et les polémiques internationales liées à cet aéroport dans une zone protégée, la piste a été abandonnée en 1996. L'emplacement de la base de Port-aux-Français dans les îles Kerguelen avait été choisi pour la possibilité d'installer une piste d'aviation à sa proximité, ce qui cependant n'a jamais été réalisé.

Les Terres australes et antarctiques françaises ne possèdent pas non plus de port, juste des zones de mouillage et des cales ne pouvant accueillir que des navires de très faible tirant d'eau. La desserte des Terres australes et antarctiques françaises est assuré par le "Marion Dufresne 2" à partir de La Réunion où il est basé. Ce navire, construit en 1995, assure

le transport des passagers, fret et fuel vers les îles Australes ainsi que des missions scientifiques. La desserte de la Terre Adélie est effectuée par le navire polaire "L'Astrolabe" pendant l'été austral, au départ d'Hobart en Tasmanie. La circulation automobile n'existe que sur les îles Kerguelen malgré l'absence d'axes routiers. Le parc de véhicules utilitaires (*essentiellement fourni par Renault*) est restreint, faisant toutefois l'objet d'une immatriculation française par un système qui lui est propre. Chaque véhicule est attribué à un chef ou prêté à un agent, l'entretien est assuré in situ par une équipe spécialisée dans la mécanique générale. Leur présence a été rendue nécessaire par l'importance du matériel et des personnes à déplacer.

La Terre Adélie abrite la seule base française en Antarctique : la base antarctique Dumont-d'Urville. Il existe aussi la base antarctique Concordia franco-italienne située sur le Dôme C, un plateau très éloigné des côtes. Cette base est toutefois située hors de la zone de souveraineté française, un peu plus à l'ouest dans la zone de revendication australienne, et cet établissement n'a pu être possible qu'en vertu du traité de l'Antarctique pour le seul usage scientifique. L'administrateur de la base est nommé parmi les personnels présents, sur leur proposition et en accord avec les gouvernements français, italien et australien et du Secrétariat de l'assemblée chargée de l'application du traité international et de son contrôle. Il fait appliquer localement les règles de police et de sécurité sur la base pour le compte des gouvernements français et italien, suivant un règlement approuvé par les participants qui décident à l'avance de la juridiction applicable.

Depuis 1994, l'administration des TAAF ouvre les îles australes au tourisme. Il est ainsi possible d'embarquer à bord du "Marion Dufresne 2 par exemple" pour suivre sa rotation logistique à Crozet, Kerguelen et Amsterdam. Le nombre de touristes embarqués se monte généralement à 12 ce qui totalise un peu moins de 50 personnes par an. Le voyage dure 28 jours en moyenne dont 12 à 14 jours de mer pour 9 000 kilomètres parcourus avec escales (*non garanties pour causes de météo*) et conférences à bord. À terre, les agents de la réserve naturelle prennent en charge les visiteurs avec un programme sur-mesure. Le coût est d'environ 8 800 €.

Il n'y a pas d'activités touristiques organisées par les TAAF en Terre Adélie.

Concernant les îles Éparses, la compagnie de croisière du "Ponant" a scellé un partenariat avec la collectivité des TAAF. Ce partenariat a abouti à la réalisation d'une première croisière du "Lyrial" en 2017. Depuis, une seule croisière est autorisée par an, sous couvert du strict respect d'une charte environnementale. Il est également possible de se rendre dans les îles Éparses via une rotation du "Marion Dufresne", mais celles-ci sont plus rares que vers les districts austraux (*une tous les 2-3 ans environ*).

Des accès par bateaux privés sont possibles mais fortement réglementés. Il est nécessaire d'obtenir une autorisation du préfet des TAAF pour pouvoir y mouiller ou y accoster. Certaines zones protégées sont interdites d'accès à l'exception des missions scientifiques. Les étrangers ont besoin d'un visa.



Les armoiries des TAAF se blasonnent ainsi : écu écartelé, au premier d'azur au chou de Kerguelen d'argent ; au deuxième d'or à la langouste de sable posée en pal ; au troisième d'or à la tête et au col de manchot royal de sable ; au quatrième d'azur à l'iceberg d'argent. L'écu est timbré d'un arc-en-ciel d'or chargé à la partie supérieure de trois étoiles du même et portant les mots de sable "Terres australes et antarctiques françaises", le tout brochant sur deux ancres d'argent, placées l'une en bande et l'autre en barre. Les supports sont deux éléphants de mer d'argent. Ces armoiries ont été créées par l'héraldiste Suzanne Gauthier, dans les années 1950, sur les indications de M. Richert, administrateur des TAAF de 1955 à 1959.

[Informations pour préparer la mission des personnels affectés dans les TAAF \(cliquer sur ce lien\)](#)

Quel que soit leurs statuts : contractuel, militaire, fonctionnaire, volontaire de service civique, stagiaire, ils contribuent, chacun dans son domaine d'activité, à la mission des TAAF qui est d'affirmer une présence **française** dans les îles subantarctiques, au profit de la recherche et de la protection de l'environnement.

Comment se préparer pour votre séjour dans ces zones du bout du monde ([cliquer sur ce lien](#)) : [Guide-hivernant-2022.pdf](#)

[PS - Si toutefois votre compte en banque le permet, et si vraiment vous souhaitez faire une croisière confortable en antarctique, la compagnie du Ponant peut assouvir ce désir – Croisière sur mesure, excursions avec une équipe d'experts, confort exceptionnel, service d'excellence 5 étoiles, grands moments de découvertes et de détente, art de vivre à la française... \(pour tout savoir, cliquer sur le lien suivant\) : Croisières Antarctique - Péninsule antarctique | Ponant](#)

ANNEXE 2

Archipel des Îles Kerguelen

Océan Indien, Plaque antarctique, Continent antarctique - 49° 15' S, 69° 10' E – District des TAAF (Terres australes et antarctiques françaises) - 300 îles - Superficie 7 215 km²

Les îles Kerguelen, l'archipel Kerguelen, l'archipel des Kerguelen ou simplement les Kerguelen, parfois surnommées "îles de la Désolation" ou familièrement abrégées "Ker" par les habitués, sont un archipel français d'îles sub-antarctiques tout au sud de l'océan Indien. Elles constituent l'un des cinq districts des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF).

Elles sont éloignées de plus de 3 250 km de La Réunion, terre habitée la plus proche. L'île principale, la Grande Terre, qui représente plus de 90 % de la surface, est la troisième plus grande île française (après la Nouvelle-Calédonie et la Corse). C'est également la plus grande de toutes les îles sub-antarctiques (devant la Malouine orientale).

Ces îles, d'origine volcanique, au relief montagneux, culminent à 1 850 m, au mont Ross. Les côtes, très découpées, sont entaillées de fjords profonds. L'intérieur des terres est parsemé de nombreux lacs et étangs. La région occidentale est surmontée par la calotte glaciaire Cook qui s'étend sur 400 km².

Il y règne un climat froid mais non glacial (les températures moyennes d'été sont inférieures à 10 °C mais celles d'hiver sont supérieures à 0 °C), extrêmement venteux.

Ces terres furent découvertes le 12 février 1772 (il y a 251 ans) par le navigateur breton Yves Joseph de Kerguelen de Trémarec (né dans la Finistère actuel) qui les avait nommées "France australe". Elles sont restées, malgré quelques tentatives de colonisation, dépourvues d'habitants permanents.

Jusqu'au début du XX^e siècle, les chasseurs de phoques et de baleines ont fréquenté l'archipel et en ont exploité la faune (il n'y avait, hors les mammifères marins, pas de faune mammalienne indigène dans l'archipel). Les populations animales se sont aujourd'hui reconstituées et les côtes accueillent à nouveau de nombreuses colonies de reproduction d'oiseaux et de mammifères marins. Néanmoins, les écosystèmes doivent subir le développement d'espèces introduites volontairement ou involontairement par l'être humain. Les îles et les eaux territoriales sont pour l'essentiel classées en réserve naturelle. La zone économique exclusive est l'une des zones de pêche de la légine (espèce de poissons des mers froides australes à forte valeur commerciale).

Le découvreur des îles, Yves Joseph de Kerguelen de Trémarec, croyant découvrir un continent, baptise en 1772 cette terre "France australe". Quatre ans plus tard, le capitaine James Cook montre qu'il s'agit d'un ensemble d'îles et leur attribue le nom de leur découvreur. Les îles Kerguelen sont parfois également désignées officiellement par l'appellation "archipel Kerguelen". Plus couramment, on parle simplement de "Kerguelen" voire, en langage "taafien", de "Ker".

Selon l'historienne Gracie Delépine, les toponymes de l'archipel des Kerguelen sont les témoins, à la fois de la découverte faite progressivement par les Européens, en même temps que de la civilisation intellectuelle de ces mêmes Européens. Les toponymes ont été laissés sur l'archipel, depuis la découverte en 1772 jusqu'à aujourd'hui, par les explorateurs, chasseurs, pêcheurs, savants, marines nationales de tous pays : il y en a plus de mille. De plus, ils donnent un portrait géographique des îles, de même qu'une description zoologique et botanique : ils en font l'histoire naturelle.

Depuis 1950, la France assure le fonctionnement continu de la station de Port-aux-Français, base logistique, technique et scientifique où se relayent régulièrement quarante-cinq à cent personnes. C'est donc, en 2023, la 73^e mission en cours sur l'archipel.

Les noms que l'on trouve sur l'archipel ont principalement été donnés lors :

- Des deux expéditions d'Yves Joseph de Kerguelen de Trémarec (1772 et 1773) ;
- Du passage de James Cook (1776) ;
- Des séjours de baleiniers et de phoquiers à la fin du XVIII^e siècle et au cours du XIX^e siècle principalement au travers de la carte de Rhodes (1799) et la carte de Nunn (1850) ;
- Des deux séjours de Raymond Rallier du Baty (1908–1909 puis 1913–1914), première toponymie officielle ;
- Des opérations de la Commission de toponymie (de 1966 à 1971).

L'archipel se situe sur le plateau sous-marin de Kerguelen, dont il constitue un des sommets émergés, avec les îles Heard-et-MacDonald. Il se trouve à une distance d'environ :

- 1 950 km des côtes de l'Antarctique qui est au sud ;
- 3 250 km de La Réunion qui est au nord-nord-ouest ;
- 3 900 km de l'Afrique continentale à l'ouest-nord-ouest ;
- 3 985 km de l'Australie (continent) à l'est.

Les terres les plus proches sont :

- Les îles Heard-et-MacDonald (Australie, inhabitées) à 470 km au sud-est ;
- Les îles Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam (France, vingt hivernants) à 1 405 km au nord-est ;



- L'archipel Crozet (*France, vingt-quatre hivernants*) à 1 405 km à l'ouest.

On trouve plus à l'ouest encore les îles Marion et du Prince-Édouard (*Afrique du Sud*).

Malgré ce que pourrait laisser penser son climat froid, l'archipel est relativement éloigné des régions polaires. En fait, les îles Kerguelen se situent dans une bande de latitude (*australe*) comparable à la Haute-Normandie dans l'hémisphère nord : ainsi Port-aux-Français est aussi éloigné du pôle Sud que Rouen l'est du pôle Nord.

D'une superficie d'environ 7 215 km², l'archipel est constitué d'une île principale, la Grande Terre entourée de plus de trois cents îles et îlots satellites. La plupart sont très proches de l'île principale (souvent quelques centaines de mètres, parfois moins), si l'on excepte les groupes plus éloignés des îles Nuageuses et des îles Leygues au nord et quelques îlots au sud. Les côtes sont dans leur ensemble extrêmement découpées avec quelques grands golfes (*Morbihan, des Baleiniers, Choiseul, baie d'Audierne*) et de nombreuses baies secondaires ainsi que des fjords (*Bossière, Larose, Portes Noires*). Elles se développent sur une longueur d'environ 2 800 km. Le point culminant de l'archipel est le volcan, non actif, du mont Ross avec une altitude de 1 850 m. La zone économique exclusive (*ZEE normalement fixée à 200 milles des côtes*) a été étendue à 350 milles en 2015 après l'avis favorable de l'Organisation des Nations unies.

La Grande Terre, avec ses 6 675 km² (*soit les trois-quarts de la Corse*), représente 92 % de la superficie totale de l'archipel et s'étend sur environ 150 km d'ouest en est et sur 120 km du nord au sud.

Elle est couverte, au centre-ouest, par la calotte glaciaire Cook d'une superficie d'environ 400 km² qui culmine au Dôme à près de 1 050 m d'altitude. Plus d'une vingtaine de glaciers, plus ou moins bien individualisés s'en écoulent dont les principaux sont, dans le sens des aiguilles d'une montre : les glaciers Agassiz, de Chamonix, Dumont d'Urville, Vallot, Naumann, de l'Explorateur, Ampère, Lavoisier, Descartes, Curie, Pasteur-Mariette.

La Grande Terre présente de nombreux diverticules dont les principaux sont :

- Au sud, le massif Gallieni, dominé par le mont Ross et au nord le massif de la Société de géographie ;
- À l'est, la péninsule Courbet reliée à la Grande Terre par le plateau Armengaud ;
- Au sud-est, la presqu'île Jeanne d'Arc reliée à la Grande Terre par le halage des Swains et elle-même reliée à la presqu'île Ronarc'h par le halage des Naufragés ;
- Au sud-ouest, la péninsule Rallier du Baty dont l'arête sommitale atteint 1 200 m ;
- Au nord-ouest, la péninsule Loranchet reliée à la Grande Terre par la vallée Ring et qui s'étend vers le nord jusqu'au cap d'Estaing ;
- Dans le centre-nord, la presqu'île Joffre reliée à la Grande Terre par le halage de la baie de la Baleine.

Parmi les autres îles, la plus grande est l'île Foch (*centre-nord*) qui couvre plus de 200 km² et qui est séparée de la Grande Terre par le détroit de Tucker.

D'autres îles peuvent être signalées :

- L'île Saint-Lanne Gramont, les îles Howe et Mac Murdo séparées de l'île Foch par le canal Aldrich ;
- L'île du Roland et l'île de Croÿ dans le groupe des îles Nuageuses au nord-ouest, séparées de l'archipel par le chenal du Jean-Baptiste Charcot ;
- L'île de Castries dans le groupe des îles Leygues séparées de l'île Howe par la passe de la Résolution ;
- L'île du Port et la presqu'île Bouquet de la Grye dans le golfe des Baleiniers ;
- L'île Longue, l'île Australia, l'île Haute, l'île aux Cochons, ainsi qu'un très grand nombre de petites îles et îlots dans le golfe du Morbihan ;
- Au sud, l'île Gaby, l'île Altazin dans la baie des Swains et les îles du Prince-de-Monaco en prolongement de la presqu'île La Bourdonnais ;
- L'île de l'Ouest sur la côte occidentale séparée de la Grande Terre par le détroit de la Marianne ;
- L'îlot Solitaire, à une cinquantaine de kilomètres au sud-ouest de la Grande Terre, au-dessus du 50° parallèle. C'est le rocher le plus occidental de l'archipel et le second le plus austral ;
- Les îles de Boynes, au sud, sous le 50° parallèle, îles les plus méridionales de l'archipel et hors Terre-Adélie, la terre française la plus méridionale.

L'archipel constitue une des parties émergées du plateau sous-marin de "Kerguelen-Heard", un plateau océanique situé sur la plaque antarctique, qui couvre près de 2,2 millions de km² et qui possède un homologue, "Broken Ridge", situé symétriquement par rapport à l'axe de la dorsale est-indienne.

La majeure partie des formes géologiques visibles sur l'archipel sont caractéristiques d'un volcanisme effusif de type trappéen dont la mise en place au-dessus du niveau de l'océan a débuté il y a 35 millions d'années. L'accumulation est considérable : les coulées basaltiques épaisses chacune de 3 à 10 mètres se superposent parfois sur plus de 1 200 mètres. Ce type de volcanisme donne un relief monumental en forme d'escaliers ou de pyramides.

Localement d'autres formes volcaniques sont présentes, notamment le volcan strombolien que constitue le mont Ross ou le complexe volcano-plutonique de la péninsule Rallier du Baty. Les injections et extrusions de laves différenciées (*trachytes, trachy-phonolites, phonolites*) sont également fréquentes un peu partout. Aucune activité éruptive n'a été observée historiquement mais des fumerolles sont toujours actives dans le sud-ouest de la Grande Terre et quelques sources d'eau chaude sont présentes.

L'équipage de Ross trouva un gisement de houille dans la zone de la baie de Cumberland (*actuelle baie de Recques*). Quelques niveaux à lignites se trouvent interstratifiés dans les coulées de basaltes et recèlent des fossiles d'araucariacées (*conifères*) datés d'environ 14 millions d'années.

Enfin, les glaciations ont provoqué des phénomènes d'enfoncement et de basculement à l'origine des golfes marins du nord et de l'est de l'archipel. L'érosion fluvio-glaciaire très active a modelé les vallées et les fjords et permis également la formation de complexes détritiques à conglomérats et la constitution de la plaine de la péninsule Courbet.

L'archipel connaît un climat océanique froid mais non glacial. Il est balayé en permanence par des vents forts. Il est fortement soumis au réchauffement climatique, la calotte glaciaire Cook a ainsi perdu 22 % de sa surface entre 1963 et 2003 tandis que la température moyenne augmentait de 1,3 °C. Ce réchauffement se poursuit gravement depuis.

La dénomination du climat de l'archipel varie selon les classifications :

- La classification de Köppen considère que l'archipel des Kerguelen est soumis à un climat polaire de type "ET" (*climat de toundra*) car l'été est peu marqué et la température du mois le plus chaud est comprise entre 0 °C et 10 °C.
- La classification de Troll et Paffen, considère que l'archipel est soumis à un type subpolaire océanique, froid et extrêmement venteux.

Des conditions sensiblement comparables peuvent se rencontrer en Patagonie chilienne ou en Islande, et bien sûr dans d'autres îles subantarctiques (*archipel des Crozet, îles Malouines, etc.*).

Toutes les données météorologiques concernent la station de Port-aux-Français dont la position d'un point de vue climatique est l'une des plus favorables de l'île, car située sur la côte sous le vent au bord d'un golfe abrité.

La température moyenne annuelle y est de 4,9 °C avec une amplitude faible d'environ 6 °C, les mois les plus chauds étant ceux de janvier et février avec une moyenne de 7,8 à 8,2 °C et le mois le plus froid celui d'août avec 2,1 °C. Les maxima absolus relevés dépassent rarement les 20 °C, tandis qu'à l'autre extrême aucune température inférieure à -10 °C au niveau de la mer n'a été constatée.

Le record de chaleur est de 23,1 °C en avril et le record de froid est de -9,5 °C atteint le 11 août 2014.

Les précipitations sont fréquentes, et peuvent se produire sous forme de pluie comme de neige, tout au long de l'année. La hauteur annuelle moyenne à Port-aux-Français est cependant modeste et n'atteint que 708 mm, mais sur la côte ouest à l'opposé, on estime qu'il tomberait trois fois plus d'eau.

Les montagnes sont donc fréquemment couvertes de neige mais peuvent s'en dégarnir rapidement et fortement avec la pluie. Il existe plusieurs glaciers permanents marqués depuis plusieurs décennies par un net recul et pour les plus petits d'entre eux par une disparition complète.

Le vent d'ouest, qu'aucune végétation ne coupe, souffle quasi continuellement à une moyenne de 35 km/h, l'archipel se trouvant dans les "quarantièmes rugissants" très craints par les marins. Les vents de 150 km/h sont courants et atteignent parfois 200 km/h.

Des hauteurs de houle de douze à quinze mètres sont courantes, mais l'archipel offre aux bateaux de nombreux abris protégés (*dont l'historique Port-Christmas à la pointe nord-ouest*).

Les bassins versants des rivières sont réduits par la grande compartimentation de l'archipel. Les débits des rivières sont marqués par des régimes montagnards avec des crues fréquentes. L'été correspond à la période d'étiage sauf lorsque le débit est soutenu par la fonte d'un glacier. Parmi les principaux cours d'eau de l'archipel on peut noter :

- L'Arve
- La rivière du Château
- La rivière de l'Est
- La rivière des Galets
- La rivière des Sables

Lacs et étangs sont innombrables, plus d'une cinquantaine dépasse 1 km². Les plus grands occupent des fossés tectoniques. Quelques-uns remplissent des dépressions situées derrière des barrages naturels : généralement des moraines voire des cordons littoraux ou encore des langues de glace. On connaît aussi quelques lacs de cratères volcaniques. Parmi ces lacs on en note huit de superficie supérieure à 5 km².

Sur la péninsule Courbet, le lac Marville est une lagune de 25 km² séparée de l'océan par un cordon littoral.

Sur le Plateau Central se trouvent le lac d'Entr'Aigues de 8,3 km², le lac d'Hermance de 5,6 km², et le lac Sibélius de 5 km², dans le centre-ouest, les lacs Bontemps de 8,3 km² et de Chamonix qui s'étend sur 5,6 km².

Dans la presqu'île Joffre se trouve le lac d'Asté de 6,8 km², et dans la péninsule Loranchet, celui des Trois Cantons de 6,3 km².

Inhabité, l'archipel est découvert dans le sud de l'océan Indien le 12 février 1772 par le navigateur français Yves Joseph de Kerguelen de Trémarec (*à droite*), sur la "Flûte La Fortune", qui l'aborde par le nord-ouest, puis se rapproche des îles de la Fortune (*qui seront les premières terres approchées*), mais ne peut accoster sur les terres principales en raison du mauvais temps. Il croit voir le continent austral et lui donne le nom de "France australe". Le second de Kerguelen, Louis Aleno de Saint-Aloüarn, à bord de la gabare le "Gros Ventre" peut se rapprocher quarante lieues plus au sud dans l'anse du Lion-Marin. Il fait débarquer un officier pour la prise de possession du territoire au nom du roi de France le 13 février par l'enseigne de vaisseau Charles du Boisgüehenneuc qui débarque sur la future plage de la Possession. Rentré en France, Kerguelen fait miroiter à Louis XV la possibilité qu'il s'agisse d'un nouveau continent austral, afin d'organiser une seconde expédition.



De retour dans l'archipel en décembre 1773, il entre dans la baie de l'Oiseau et envoie le 6 janvier 1774 son lieutenant Henri Pascal de Rochegude à terre y laisser un message dans une bouteille placée en évidence sur un rocher au fond de l'anse. La bouteille contient un document attestant la prise de possession au nom de la couronne française et les deux passages de navires français.

Quatre ans plus tard, James Cook (*à droite*) aborde l'archipel le 25 décembre 1776 au nord-ouest également, jetant l'ancre dans la baie de l'Oiseau, et nomme le havre naturel "Christmas Harbour" avant de découvrir le message dans la bouteille, auquel il ajoute la mention de son propre accostage. De ce fait, James Cook valide l'antériorité de la découverte et de la possession française en proposant d'appeler cette île du nom de Kerguelen, alors qu'il avait aussi pensé au terme, approprié à ses yeux, d' "île de la Désolation".



Le marin britannique John Nunn fait naufrage sur l'archipel en août 1825. Nunn et ses trois équipiers restèrent bloqués sur l'île jusqu'à leur sauvetage en février 1827. L'archipel des Kerguelen est tout au long du XIX^e siècle une halte pour de nombreux navires baleiniers et phoquiers, principalement américains et britanniques, lors de leurs campagnes dans les mers du Sud.

Le 11 mars 1859, James Kerguelen Robinson naît aux Kerguelen, alors que ses parents, originaires de Tasmanie, sont en expédition de chasse au phoque. Il fut le premier être humain né au sud de la convergence antarctique.

L'archipel n'est cependant pas habité à cette époque de manière permanente par des Français, ce qui laissait courir le risque d'une éventuelle prise de possession par un autre pays, comme l'Allemagne qui commençait à s'intéresser à l'archipel. Le président de la République Sadi Carnot prend alors la décision de renouveler la souveraineté de la France sur ses terres australes et envoie l'avis "Eure" en 1893, sous le commandement du capitaine de frégate Louis Édouard Paul Lieutard, réaliser une série de prises de possessions solennelles dans les terres australes françaises. Il mouille en premier à Port-Christmas le 1^{er} janvier 1893, réitère la prise de possession française par vingt et un coups de canon, une levée des couleurs au mât et l'apposition d'une plaque indicative en cuivre portant l'inscription "EURE - 1893" sur le site, avant de renouveler durant quinze jours ces opérations en différents lieux de l'archipel dont Port-Gazelle.

La même année, le gouvernement concède aux frères Henry et René-Émile Bossière (*aventuriers français*) l'exploitation de l'archipel des Kerguelen pour cinquante ans. Ils tentent d'établir un élevage de moutons, sur le principe suivi aux îles Malouines, et l'exploitation des ressources en huile animale ; ces deux entreprises périclitent à l'orée du premier conflit mondial.

En 1908-1909 (*à bord du "J.-B.-Charcot"*) puis en 1913-1914 (*avec la "Curieuse"*), le navigateur-écrivain Raymond Rallier du Baty et son frère Henri explorent les rivages, les baies et les terres de l'archipel pour établir la première toponymie officielle de ces terres. Le géologue Edgar Aubert de la Rüe, assisté par son épouse Andrée, entreprend l'étude géologique et géographique de l'archipel lors de quatre campagnes (1928-1929, 1931, 1949-1950, 1952) et poursuit les travaux de dénomination.

En 1924, les îles Crozet, Saint-Paul, Amsterdam et Kerguelen sont rattachées à l'administration du gouvernement général de Madagascar, comme districts des "îles Éparses" dépendant de la province de Tamatave.

Durant la Seconde Guerre mondiale, quelques navires corsaires allemands, dont l' "Atlantis", feront relâche dans ses baies. Des mines ont alors été posées par le croiseur britannique "Australia" dans divers secteurs dont le détroit de Tucker pour empêcher les corsaires allemands d'utiliser les Kerguelen comme point d'appui en les privant de bons mouillages. L' "Atlantis" s'échoue sur une roche du bassin de la Gazelle où il demeure du 8 décembre 1940 au 15 janvier 1941. Le "Pinguin", qui avait capturé des navires norvégiens et le navire-usine "Pelagos" en Atlantique Sud, reste aux Kerguelen du 2 février au 24 mars 1941 face à Port-Couvreux. Le "Komet" (*plus tard "Météor"*) y ravitailla.

Devant les risques de voir la souveraineté de la France contestée, le gouvernement français fait adopter une loi en 1949 visant à implanter une base dans les îles.

De nos jours, les Kerguelen sont situées dans la zone de passage des courses à la voile autour du monde et certains skippers sont obligés d'y faire escale pour réparer. Ainsi en 1994, dans le BOC Challenge, Isabelle Autissier, après avoir démâté, remonte avec l'aide des hivernants un mât laissé à Kerguelen par un bateau de plaisance (*mais elle fera naufrage quelques jours plus tard*). Fin 2008, lors du Vendée Globe, Dominique Wavre sur "Temenos" et Bernard Stamm font escale devant Port-aux-Français pour réparer, mais ce dernier y échoue son bateau, "Cheminées Poujoulat" après que son mouillage a lâché (*il sera ramené par le "Marion Dufresne"*).

Au début des années 1960, les Kerguelen furent envisagées, avec d'autres lieux d'outre-mer, comme site d'essais nucléaires.

En 2016, Nicolas Dupont-Aignan, président de "Debout la France", reprend la vieille idée, épisodiquement relancée, d'une colonie pénitentiaire. Il propose d'envoyer en relégation des djihadistes condamnés dans un bagne à construire aux Kerguelen ; il réitère régulièrement cette proposition.



À la création, en 1955, des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF), le siège fut provisoirement établi à Paris dans l'attente de pouvoir l'implanter sur le territoire. Kerguelen, en tant qu'archipel principal, constituait alors le district naturel d'accueil et Port-aux-Français serait devenu la capitale administrative du

territoire. Ce transfert n'a jamais eu lieu et en 1996, le gouvernement français décida de fixer le siège sur l'île de La Réunion. Les îles Kerguelen, comme les quatre autres districts des TAAF se trouvent ainsi administrés depuis la ville de Saint-Pierre-de-La-Réunion sous l'autorité d'un administrateur supérieur qui exerce les fonctions de chef du territoire et qui jouit du rang de préfet.

Un chef de district ("*disker*" dans le jargon *taafien*) est le représentant dans l'archipel de l'administrateur des TAAF. Un des rôles des chefs de district dans les TAAF est de diriger les bases qui s'y trouvent. Aux Kerguelen, cette fonction concerne essentiellement la base de Port-aux-Français.

De plus, les Kerguelen, comme les autres territoires d'outre-mer, sont associées à l'Union européenne, en tant que pays et territoires d'outre-mer (PTOM).

Le budget du district est lié au budget général des TAAF qui représente actuellement environ 26 millions d'euros.

L'activité principale de l'archipel est la recherche scientifique : géologie, volcanologie, sismologie, géomagnétisme, pétrologie, météorologie, océanologie, zoologie, botanique, écologie, hydrographie, médecine et biologie humaine, ichtyologie (*branche des sciences naturelles qui étudie les poissons*) ...

Pour ce faire, la France a créé, en 1950, la station permanente de Port-aux-Français.

Les Kerguelen n'ont pas d'habitants permanents et n'abritent que le personnel de la base établie à Port-aux-Français (*de 45 en saison d'hiver à 120 personnes en campagne d'été*). En hiver, la population est composée :

- D'un chef de district ;
- D'une douzaine de volontaires civils à l'aide technique chargés de missions scientifiques dont un coordinateur (*Géner*), deux ornithologues, quatre écologues, trois instrumentistes et trois agents de la Réserve naturelle ;
- D'une quinzaine de militaires détachés des trois armées ;
- De l'équipe de cuisine, composée d'un cuisinier, un second de cuisine, un boucher, un boulanger-pâtissier et un serveur ;
- Du personnel contractuel assurant la rénovation et l'entretien technique des bâtiments et des routes ;
- Du personnel assurant le fonctionnement de la station CNES (*deux personnes*) ;
- Du personnel de Météo-France (*une personne*).
- D'un médecin chef et un médecin adjoint.

Durant les années 1960, le Centre national d'études spatiales (CNES) effectue plusieurs missions dans les régions polaires grâce à de petites fusées-sondes afin de mieux connaître la haute atmosphère en haute latitude. En 1968, le CNES décide de mener une campagne de lancement depuis les Îles Kerguelen, grâce à trois fusées-sondes "Dragon", qui sont assemblées et tirées sur l'île. Le 15 mars 1968, la première des trois fusées décolle, et culmine à plus de 350 kilomètres. Deux autres tirs similaires seront réalisés pendant les semaines suivantes.

En janvier et février 1975, une deuxième campagne est organisée en coopération avec l'Union Soviétique car l'île est idéalement située sur la ligne de champ magnétique reliant Kerguelen à l'oblast d'Arkhangelsk. Ainsi, deux fusées françaises "Éridan" sont tirées en direction d'Arkhangelsk, avec pour mission de libérer suffisamment de charges électriques pour déclencher une aurore boréale en URSS. Les installations du cosmodrome de Plessetsk, situé à proximité, suivent la formation et l'évolution de ces aurores artificielles.

Par ailleurs, entre 1973 et 1981, les soviétiques mènent des campagnes de tirs d'une vingtaine de fusée-sondes "M-100" chaque été austral. Au total, la fusée-sonde météorologique soviétique M-100 connaît 175 tirs à Kerguelen contre 11 tirs pour toutes les autres fusée-sondes lancées depuis Kerguelen. Quelques débris de ces fusées restent présents sur l'île.

Situées à la convergence antarctique où le mélange des eaux froides de l'Antarctique et des eaux plus chaudes de l'océan Indien stimule la production des chaînes alimentaires, les îles Kerguelen constituent un lieu privilégié de rassemblement de nombreux animaux océaniques, en particulier de ceux qui ont besoin de la terre ferme pour se reproduire.

Jusqu'au début du *xx*^e siècle les chasseurs de phoques et de baleines ont fréquenté l'archipel principalement pour collecter l'huile d'éléphant de mer, de baleine et les fourrures d'otaries. Les populations animales se sont aujourd'hui reconstituées et les côtes accueillent à nouveau de nombreuses colonies de reproduction d'oiseaux (*albatros, manchots, pétrels, etc.*) et de mammifères marins (*éléphants de mer et otaries, mets préférés des orques*). Les eaux côtières sont fréquentées par des baleines à bosse et abritent une population résidente de dauphins de Commerson. Les écosystèmes de l'archipel doivent toutefois s'adapter à la présence d'espèces introduites par l'homme, notamment des rennes, des mouflons, des lapins, des chats, des rats et des souris, des truites et des saumons, divers invertébrés et quelques plantes comme les pissenlits. Si certaines de ces introductions ont été néfastes pour la faune et la flore locale, elles permettent paradoxalement d'améliorer la biodiversité de l'archipel. Les îles, y compris une portion importante des eaux territoriales, sont classées en réserve naturelle. La zone économique exclusive est quant à elle l'une des zones de pêche de la légine.

Les écosystèmes originaux ont cependant été profondément modifiés d'une part par la surexploitation des ressources (*chasse baleinière et phoquière tout au long du *xix*^e siècle, pêche industrielle à la fin du *xx*^e siècle*) et d'autre part par l'introduction volontaire ou involontaire d'animaux exogènes qui se sont acclimatés : lapins, chats, rats, rennes, truites, etc.

La végétation terrestre, également très altérée par l'impact des lapins, est assez maigre, formant près du littoral des paysages de toundra, mais se réduisant le plus souvent, dès que la pauvreté du sol s'accroît ou que la rudesse du climat augmente avec l'altitude, à des touffes éparées au milieu d'étendues minérales ou à de discrètes colonies de lichens. On trouve des espèces emblématiques : le célèbre chou de Kerguelen (*Pringlea antiscorbutica*), *Acaena magellanica* qui forme les maigres prairies ou des plantes en coussin comme l'Azorelle (*Azorella selago*) et *Lyallia kerguelensis*, la seule espèce végétale endémique stricte des Kerguelen. Un des lichens les plus communs de l'archipel est *Aspiciliopsis macrophthalma*. Début 2008, l'UICN alertait sur le fait que 32 plantes natives devaient déjà faire face à 70 plantes récemment introduites par l'Homme dans l'archipel.

La végétation marine est en revanche très luxuriante, marquée par la présence de vastes forêts sous-marines de *Macrocystis* ou par une frange côtière de durvilléas.

Cette réserve naturelle nationale a été inscrite au Patrimoine mondial de l'UNESCO, à l'unanimité par les 21 membres du comité, le 5 juillet 2019, sur les critères naturels VII, IX et X, à savoir qu'elle représente une aire d'une beauté remarquable, accueillant des processus biologiques et écologiques représentatif de l'évolution des communautés et des écosystèmes, grâce à l'isolement de ces îles, et enfin parce qu'elle participe à la conservation in-situ des oiseaux marins et des mammifères marins.

Les TAAF ne sont desservies que par la mer. Il n'existe en effet ni aéroport, ni même de piste d'aviation à l'exception de Tromelin, Europa, Glorieuses et Juan-de-Nova dans les îles Éparses, qui possèdent chacune une piste rudimentaire. Une piste avait été construite à proximité de la base Dumont d'Urville en Antarctique en 1980. Le but était de pouvoir relier l'Australie et l'Antarctique par un avion militaire de type Transall ou Hercules C130. Mais devant le coût financier de son entretien (*la piste avait été sérieusement endommagée par une vague due au détachement d'un bloc d'un glacier voisin*) et les polémiques internationales liées à cet aéroport dans une zone protégée, la piste a été abandonnée en 1996. L'emplacement de la base de Port-aux-Français aux îles Kerguelen avait été choisi pour la possibilité d'installer une piste d'aviation à sa proximité, ce qui cependant n'a jamais été réalisé.

Voilà tout ce qui peut être dit d'une manière détaillée. Sachez aussi qu'il existe l'Amicale des Missions Australes Et Polaires Françaises – AMAEPF (*cliquer sur ce lien*) : [Présentation de l'association AMAEPF qui promeut les régions polaires, ou https://www.amaepf.fr](https://www.amaepf.fr)

ANNEXE 3

Arrivée des nouveaux aux Iles Kerguelen (Une journée dans la capitale des îles subantarctiques)

Au vu d'une Publication du 04 janvier 2023

L'arrivée du navire ravitailleur Marion Dufresne aux îles Kerguelen est synonyme d'effervescence à la base de Port-aux-Français, la tête de pont des Terres australes et antarctiques françaises (Taaf). La base (50 habitants l'hiver, 80 l'été) est considérée par les résidents des autres îles subantarctiques comme la capitale des terres australes avec sa trentaine de bâtiments tournés vers la mer, et quelques routes carrossables qui permettent de circuler en voiture.



Battue par les vents, au sud de l'Océan Indien, la base de Port-aux-Français, aux Kerguelen, est particulièrement animée en ce jour de décembre où le navire ravitailleur, le Marion Dufresne, s'amarre un peu au large, pour la dernière rotation de l'année. A cette saison, à Port-aux-Français, la température extérieure varie en moyenne entre 5 et 10°C avec des vents entre 35 et 40 km/h. Outre le personnel des Terres australes et antarctiques françaises (Taaf) chargé de la logistique et quelques voyageurs en balade pour la journée, il amène avec lui des scientifiques venus en mission pour la campagne de l'été austral et qui repartiront lors du prochain passage du bateau, dans trois mois.

Dans le bâtiment de vie commune grand comme un gymnase, la cheffe de district ("disker" en langage taafien), Valérie Covacho, accueille les arrivants avec un petit discours centré sur les règles de sécurité. Elle explique aussi qu'en ce 24 décembre 2022, il y a trop de travail pour fêter Noël. Les festivités sont reportées au 26, une fois le navire reparti.



A Kerguelen, la passation entre chefs de district s'est faite le 17 août 2022 en présence de Charles GIUSTI, préfet, administrateur supérieur des TAAF. Valérie COVACHO, retraitée de l'armée de l'air et de l'espace, s'est vu remettre les clés du Ker par Philippe GUENA, son prédécesseur.

Valérie COVACHO, cheffe de district, cheveux blonds tirés en queue-de-cheval, assume cet accueil avec fermeté (quelques restes de son autorité acquise dans l'armée de l'air) : « Je dis les choses. Je montre la voie. S'ils en sortent, je les reçois pour savoir pourquoi... Je ne fais aucune différence entre militaires et volontaires du service civique, hommes ou femmes ».

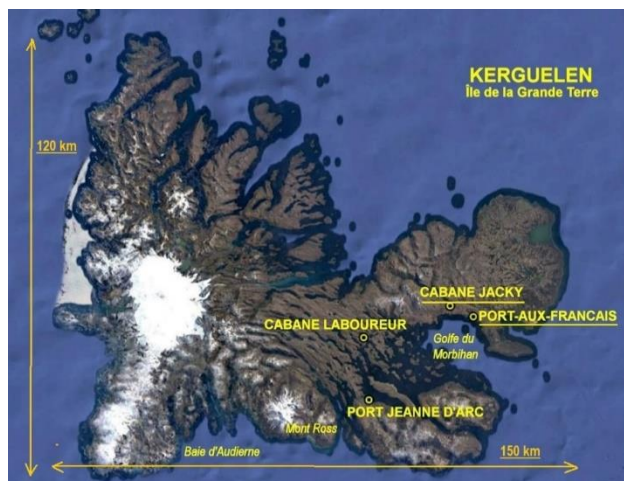
Valérie Covacho repart vite surveiller les opérations logistiques : vivres et matériel qui doivent permettre à la base d'être autonome pendant trois mois sans être disséminés en camionnette dans les différents bâtiments. Le chaland de la base repart avec les bagages des

hivernants qui ont terminé leur mission de 14 mois.

Parmi les nouveaux arrivants, un petit groupe part visiter la "cabane Jacky" (les 2 photos ci-dessous), à quelques heures de marche de la base. Les 45 cabanes de Kerguelen, un territoire grand comme la Corse, tiennent une grande place dans la vie des scientifiques, leur permettant de partir en "manip" plusieurs jours pour observer la faune locale.



Pour y accéder, on longe le rivage, où se tiennent quelques manchots, survolés par des pétrels géants subantarctiques et des sternes des Kerguelen, avant de piquer dans les terres. Puis, on traverse un plateau recouvert d'Aceana magellanica, une plante locale dont les pompons violets donnent des teintes d'automne au paysage. De jeunes éléphants de mer placides s'abritent du vent en se creusant des cavités dans le sol.



Manon Latour et Florent Lacoste, agents de la direction de l'environnement des Taaf, font remarquer aux visiteurs les terriers de lapins, une espèce introduite qui est presque venue à bout de plantes locales, ou encore des pissenlits dont les fleurs jaunes d'or n'ont rien à faire dans les îles subantarctiques.

On croise aussi un chat et des carcasses de rennes. « *Dans la flore des Kerguelen, on trouve un tiers d'espèces natives et deux tiers d'espèces introduites et notre objectif est d'en limiter le nombre* », explique Manon Latour. Pour cela, les agents de la direction font des relevés et, dans certaines zones, tentent de les éradiquer en les arrachant. « *Il faut attendre cinq ans pour s'assurer que ça marche* », souligne-t-elle.

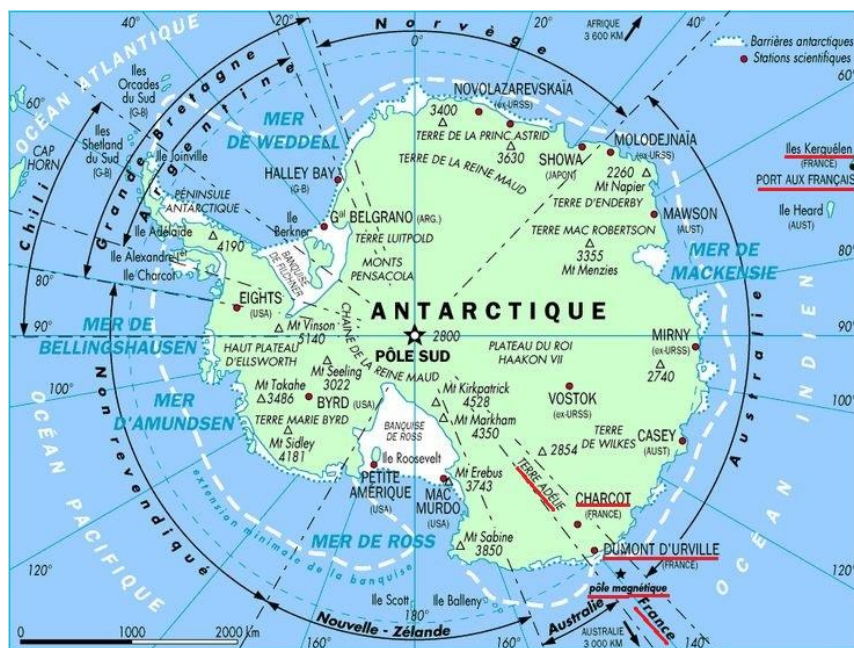
À Port-aux-Français, c'est l'heure du déjeuner. Tout le monde converge vers le réfectoire. Pierre Ecoiffier, 41 ans, à la tête de l'équipe de quatre cuisiniers et personnel de salle, a servi 82 personnes deux fois par jour depuis un mois, montant à 150 lors de la rotation du bateau ravitailleur. Le nombre fluctue en fonction de ceux qui sont en "manip". Il tient donc à jour un planning pour savoir combien de repas servir et tenir compte des préférences des uns et des autres. Un brestois au visage rond, cuisinier habitué des lieux, tient lui aussi à écouter les demandes de tout le monde et essaie de varier les plats tous les jours. Il précise : « *Sur la base, loin de la civilisation, le repas, c'est le moment de réconfort, surtout quand on a passé une mauvaise journée* ».

Voilà à quoi ressemble une journée lorsque le Marion Dufresne arrive dans la capitale des îles subantarctiques, Port-aux-Français, journée épuisante et riche d'enseignements pour tous ces volontaires. Contrairement à certaines légendes ou menaces mal placées, Les Kerguelen n'accueille que des volontaires. Mais, quelquefois, elles sont usitées pour faire peur comme cela a été le cas dans un fameux passage dans le film "Le Gendarme et les Gendarmettes" (1982). Passage lorsque l'adjudant Gerbert (*Michel Galabru*), avec sa gouaille particulière, peste contre son maréchal des logis-chef Cruchot (*Louis de Funès*), le menaçant d'une mutation « *à Maubeuge ou dans les îles Kerguelen ! Vous savez où c'est, vous, les îles Kerguelen ?* ».

ANNEXE 4

Dumont-d'Urville, base polaire française du bout du monde

66° 39' 47" sud, 140° 00' 10" est - Terre Adélie France



Construite dans les années 1950, la vétuste station polaire Dumont-d'Urville, située en Antarctique, est une plateforme d'observation de l'atmosphère, de la calotte glaciaire et des populations animales. Des conditions extrêmes pour quelques scientifiques qui n'ont pas froid aux yeux.

Inaugurée le 12 janvier 1956, la station polaire de Dumont-d'Urville porte le

nom du premier Français à avoir posé un pied en Antarctique, en 1840. Elle est construite sur l'île des Pétrels, à l'est de la Terre Adélie, sa gestion est assurée par l'Institut polaire français Paul-Émile-Victor (*Ipev*), et son territoire est administré par les Terres australes et antarctiques françaises (*TAAF*). L'ensemble des bâtiments de la base, lieux de vie, laboratoires de recherche et locaux techniques, représente 5 000 m².

Vieillissante, au bout du monde, la base de Dumont-d'Urville semble à bout de souffle. Elle souffre de graves problèmes de vétusté et de salubrité, ne disposant pas des équipements adaptés au traitement des déchets, détaille un rapport sénatorial du 12 décembre 2022. La station a un peu plus de 72 ans. Elle est implantée dans un milieu hostile. Il y a des problèmes d'évacuation d'eau, les moteurs sont usés, l'isolation n'est pas optimale, l'hôpital est fonctionnel mais très vieillissant, affirme le directeur de l'Institut polaire, Yan Ropert-Coudert. Pour rénover, plutôt que reconstruire la base, les bâtiments actuels doivent être exploitables. Faut-il rester sur l'île des Pétrels ? Se rapprocher du continent ? Garder autant de bâtiments à chauffer ? Combien de scientifiques souhaitent s'y rendre à l'avenir ?

La base antarctique Dumont-d'Urville est donc une base scientifique française située sur l'île des Pétrels, en terre Adélie, dans l'archipel de Pointe-Géologie. Elle doit son nom à l'explorateur Jules Dumont d'Urville qui découvrit l'archipel en 1840.

La base est gérée par l'Institut polaire français Paul-Émile-Victor. Elle a été ouverte le 12 janvier 1956 pour remplacer la base de Port-Martin, détruite par le feu en 1952. La station peut accueillir de 30 à 40 personnes en hiver.

Sur la base se poursuivent des travaux scientifiques de portée internationale. Par exemple, en 1987, les scientifiques y effectuaient des carottages de glace prélevés à de grandes profondeurs et testés en laboratoire, des lancers de ballons pour mieux connaître les mouvements atmosphériques, des tirs de fusées à 350 km d'altitude pour l'étude de l'ionosphère.

C'est aussi dans cette base qu'était hébergée l'équipe du film "La Marche de l'empereur", de Luc Jacquet, sorti en 2005.

La base étant située sur une île, on y accède par bateau pneumatique ou par hélicoptère. Une piste pour avions est installée sur le continent, à 10 km de la base ; elle sert uniquement l'été, d'octobre à février depuis et vers d'autres bases antarctiques proches. Le nombre du personnel sur la base est en moyenne de 30 en hiver et entre 70 et 120 en été. Le navire de ravitaillement "L'Astrolabe" apporte provisions et personnel cinq fois par an entre novembre et mars.

Le 20 janvier 1840, l'explorateur Jules Dumont d'Urville débarque sur le rocher le plus élevé et le plus nord-occidental des Îles Dumoulin (*qu'il rebaptisera par la suite Rocher du Débarquement*). L'expédition en profite alors pour prélever des échantillons de roches, d'algues et d'animaux. Dumont d'Urville choisit de nommer cette nouvelle terre la « terre Adélie », en hommage à sa femme Adèle, après avoir pris officiellement possession de l'archipel de Pointe-Géologie au nom de la France. La mer environnante prendra ultérieurement le nom de mer d'Urville.

Après la destruction, par un incendie en janvier 1952, de la base de Port-Martin, les occupants sont évacués, mais sept d'entre-eux rejoignent une base secondaire destinée à l'observation d'une rookerie de manchots (*la base Marret prévue pour quatre personnes*). Cette base se situe à soixante kilomètres à l'ouest, sur l'île des Pétrels dans l'archipel de Pointe-Géologie. Les sept hommes, dont le radio et cinéaste [Mario Marret](#), hivernent, dans des conditions précaires, et quittent l'île en janvier 1953 : la terre Adélie est alors vierge de toute présence humaine.

En 1955, les Français décident de créer une véritable base sur le site de la base Marret. Des préfabriqués en métal de l'entreprise Fillod sont cette fois-ci utilisés, ce matériau présentant l'avantage d'être plus léger et moins inflammable que le bois. Le 2 janvier 1956 au matin, les quatorze membres de la première des trois expéditions prévues à l'occasion de l'année géophysique internationale 1957-1958, partie le 26 décembre de Tasmanie à bord du "[Norsel](#)", atteignent l'île des Péterels et œuvrent dès lors la construction de la nouvelle base baptisée Dumont d'Urville. Plusieurs d'entre eux demeurent sur place, assurant le premier hivernage dans la base.

En décembre 1956, sept hommes établissent une seconde base sur le continent, à 320 kilomètres de Dumont-d'Urville, à l'emplacement du pôle Sud magnétique d'alors : la base Charcot. Trois d'entre eux y demeurent.

Dans les années 1990, une, surnommée "piste du lion", a été construite entre les petites îles Cuvier, île du Lion et îles Buffon, à proximité immédiate de l'île de Péterels. Cette construction a nécessité un dynamitage d'aplanissement de ces îles et un remblaiement pour les relier. Cependant la DGAC en refusera l'homologation en 1994 à cause de la qualité des granulats utilisés dans la construction et la piste fut officiellement abandonnée par décret ministériel en 1996. Le coût financier de son entretien et la polémique internationale suscitée par sa création sont aussi avancés comme explications de cet abandon. Le but était, grâce à une piste de 1 100 mètres de long, de pouvoir relier l'Australie à la terre Adélie par avion-cargo militaire.

En février 1999, un hélicoptère "Lama" effectuant la liaison entre le navire "L'Astrolabe" et la base s'écrase, faisant trois morts.

Le 28 octobre 2010, un hélicoptère "Écureuil" effectuant la même navette (*L'Astrolabe est immobilisé par les glaces à environ 370 kilomètres de l'île*) s'écrase, à environ cent kilomètres de la base ; les quatre occupants, un pilote, un mécanicien et deux membres de l'Institut polaire français Paul-Émile-Victor, meurent.

Cette base Dumont-d'Urville présente un intérêt important pour la faune, notamment en ce qui concerne les manchots empereurs.

L'été, les rochers aux environs de la base sont le refuge des manchots Adélie, qui viennent se reproduire. On observe des skuas, péterels des neiges, péterels géants qui se nourrissent avec les poussins des manchots empereurs. Les damiers du cap passent également l'été près de la base.

En hiver, seuls les manchots empereurs demeurent pour se reproduire. Par suite du réchauffement climatique notamment, leur colonie risque de passer des 6 000 couples reproducteurs décomptés en 1962, à 400 couples en 2010, soit un déclin de 95 %.

Certains animaux marins sont également présents malgré la température négative de l'eau : orques et rorquals.

La base Dumont-d'Urville est avant tout une base scientifique, même si la logistique en direction de Concordia occupe désormais une place importante dans son activité.

- Biologie, nature - Les animaux présents y sont très régulièrement étudiés : manchots, oiseaux, poissons...
- Chimie de l'atmosphère - Un laboratoire de chimie de l'atmosphère est présent sur la base. On y analyse entre autres les composés soufrés présents dans l'atmosphère. La base de Dumont d'Urville, du fait de ses mesures d'ozone (*par instruments sous ballon et lidar*) et d'aérosol (*par lidar*) est intégrée, en tant que station régionale, au réseau "Global Atmospheric Watch" (GAW) coordonné par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM).
- Géophysique - Au départ très présente, la géophysique l'est aujourd'hui moins sur la base. On peut noter la présence d'un marégraphe pour mesurer le niveau de la mer, la salinité, etc., d'une mesure des rayonnements cosmiques réalisée à l'aide d'un super moniteur à neutrons ainsi que d'un GPS pour mesurer l'enfoncement du continent antarctique dans le manteau terrestre. Le géomagnétisme terrestre et la sismologie sont également présents. Une mesure absolue de la déclinaison magnétique terrestre est réalisée tous les jours à l'aide d'un théodolite. L'atmosphère est mesurée par une station météorologique de surface, et par un radiosondage lancé chaque jour.
- Logistique - Le fonctionnement de la base ainsi que l'approvisionnement de Concordia nécessite une logistique importante, notamment l'été. Les techniciens sont indispensables au bon fonctionnement de la base tout au long de l'année : électricien, plombier, mécanicien pour la centrale électrique, mécanicien engins, informaticien, etc.
- Actualités et culture - Les scientifiques qui étudient à Dumont-d'Urville ne restent pas indifférents à l'actualité. En 2014, à la suite du succès mondial que connaît la chanson "Happy" de l'auteur-compositeur-interprète Pharrell Williams, le personnel de la 64^e mission polaire décide d'organiser en partenariat avec les autres communautés des terres australes françaises un clip vidéo reprenant le thème de la chanson. En 2015, à la suite des attentats de Paris, les membres du personnel décident d'exprimer leur solidarité en écrivant "Nous sommes Charlie" sur la glace avec leurs corps. L'une des photos prises pour l'événement est alors reprise par France 2 pour son journal de 13 heures du mardi 13 janvier 2015.
- Patrimoine - La base Dumont-d'Urville comprend quatre sites et monuments historiques : Vestiges de la station Port-Martin, Base Marret, Croix d'André Prudhomme, Rocher du Débarquement. À cela s'ajoute la reconnaissance de deux ZSPA (*Zones Spécialement Protégées de l'Antarctique*) que sont l'archipel de Pointe-Géologie et l'ancienne station Port-Martin.

ANNEXE 5

Vie sur la Lune : à quoi ressemblera un village lunaire ?



Métaux, minéraux, glace... Les agences spatiales envisagent d'utiliser les ressources présentes sur notre satellite pour y bâtir une base permanente et permettre à des astronautes d'y séjourner.

D'ici 2034 - 2050, fini la simple visite touristique. Désormais, les agences spatiales ambitionnent de s'installer durablement sur la Lune afin d'en exploiter les richesses, dès 2034 pour la Nasa, plutôt 2050 en ce qui concerne l'Agence européenne (ESA). Les projets de bases lunaires deviennent peu à peu réalité. Or la Lune reste un lieu hostile : pas d'atmosphère ni d'eau liquide, des températures extrêmes (de -248° à 123° C), un bombardement continu



de météorites (environ 180 nouveaux cratères radiations cosmiques... Le coût de éléments nécessaires à la survie des équipes produire sur place une très grande partie des de l'oxygène, de l'eau liquide et de l'énergie.

nécessaires à la construction des habitats, voire pourraient être fabriqués sur place partir de régolithe lunaire (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Régolithe> recouvre la surface de l'astre). Dès 2013, la Foster and Partners a testé, pour l'ESA, la projet en utilisant la roche basaltique d'un similaire au sol lunaire à 99,8 %.

par an) et de l'acheminement des implique de pouvoir matériaux mais aussi

Les matériaux des fusées, en impression 3D à

- une poussière qui société britannique faisabilité de ce volcan italien,

Le manteau lunaire contient, selon la Nasa, des quantités prodigieuses de titane et d'oxyde de fer. Ces matériaux serviraient à construire la base ou seraient exportés vers la Terre. Notre satellite est également riche en hélium 3 (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Hélium3>) très rare sur la Terre...

Par ailleurs, des scientifiques américains sont parvenus à faire germer des plantes dans des échantillons de sol lunaire. Cela donne l'espoir de pouvoir compléter l'alimentation des occupants de la station avec des produits frais. Parmi les végétaux envisagés : le chou frisé par exemple, très riche en vitamines.

La Lune étant soumise à un feu nourri de météorites et de radiations cosmiques, pour protéger les humains sur place, les modules d'habitation devront sans doute être enterrés. Ils pourraient être placés dans des tubes de lave naturels situés à proximité des gisements de minerai et des ressources en eau, ou bien au fond des cratères avant d'être recouverts de régolithe.

Étonnamment, l'oxygène est l'élément le plus abondant dans le sol lunaire ! Il représente en effet 42 % de la composition du régolithe. Des chercheurs écossais ont découvert que l'on pouvait efficacement l'extraire grâce à un procédé nommé "électrolyse de sel fondu".

Des panneaux photovoltaïques, installés sur des "pics de lumière éternelle", c'est-à-dire illuminés en permanence par le Soleil, alimenteront la base en électricité. La chaleur de notre étoile pourrait être utilisée pour faire fondre la glace découverte aux pôles et au fond des cratères. Selon Bernard Foing, de l'ESA, la Lune recèlerait un milliard de tonnes d'eau.

Examen plus précis de la Lune :

- Apogée : 406 300 km
- Périgée : 2 449 000 km
- Circonférence orbitale : 356 700 km
- Période de révolution : 27 j 7 h 43.1 min
- Vitesse orbitale : 1,022 km/s
- Inclinaison sur l'écliptique : $5,145^{\circ}$
- Rayon équatorial : 1 737,4 km (0,273 Terre)
- Périmètre équatorial : 10 921 km (0,273 Terre)
- Volume : $2,195 8 \times 10^{10}$ km³ (0,020 Terre)
- Gravité de surface : 1,622 m/s² (0,165 4 G)
- Vitesse de libération : 2,38 km/s
- Vitesse de rotation (à l'équateur) : 16,657 2 km/h
- Température de surface : +123°C maximum, -233°C minimum, -73°C en moyenne
- Pression atmosphérique : 10^{-10} Pascal (sur terre et au niveau de la mer : 101 325 Pascal en moyenne)

La Lune, ou "Terre I", est l'unique satellite naturel permanent de la planète Terre. Il s'agit du cinquième plus grand satellite naturel du Système solaire, et du plus grand des satellites planétaires par rapport à la taille de la planète autour de laquelle il orbite. Elle est le deuxième satellite le plus dense du Système solaire après Io, satellite naturel de Jupiter.

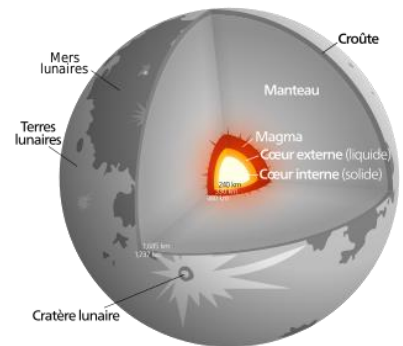
La Lune est en rotation synchrone avec la Terre, lui montrant donc constamment la même face. Celle-ci, appelée face visible, est marquée par des mers lunaires volcaniques sombres qui remplissent les espaces entre les hautes terres claires et ses cratères d'impact proéminents. Réciproquement, elle possède une face cachée, qui présente moins de mers mais beaucoup plus de cratères, dont le bassin Pôle Sud-Aitken, le plus grand du satellite et l'un des plus grands du Système solaire par son diamètre de 2 500 km. Elle est dépourvue d'atmosphère dense et de champ magnétique. Son influence gravitationnelle sur la Terre produit les marées océaniques, les marées terrestres, un léger allongement de la durée du jour et la stabilisation de l'inclinaison de l'axe terrestre.

La distance orbitale moyenne de la Lune est de 384 402 km, soit environ trente fois le diamètre terrestre, et sa période de révolution vaut 27,3 jours. La taille apparente de la Lune dans le ciel est approximativement la même que celle du Soleil, puisque le diamètre de l'étoile est environ 400 fois celui du satellite, mais qu'elle est également 400 fois plus éloignée. Par conséquent, la Lune peut couvrir presque exactement le Soleil dans le ciel, permettant l'apparition d'éclipses solaires totales. Cette correspondance de taille apparente disparaîtra dans un avenir lointain du fait de l'augmentation de la distance lunaire d'environ 3,8 cm par an. La formation de la Lune remonterait à il y a environ 4,51 milliards d'années, peu de temps après celle de la Terre. L'explication la plus largement acceptée est que la Lune s'est formée à partir des débris restants après un impact géant entre une proto-Terre et une protoplanète de la taille de Mars, appelée Théia.

En sa qualité de deuxième objet céleste dans le ciel terrestre par sa magnitude apparente, après le Soleil, et du fait de son cycle régulier de phases correspondant à sa période synodique (*temps mis par la Lune pour revenir à la même configuration Terre-planète-Soleil, c'est-à-dire à la même place dans le ciel par rapport au Soleil*) de 29,5 jours, la Lune sert de référence et d'influence culturelle aux sociétés humaines depuis des temps immémoriaux. Celles-ci se retrouvent dans la langue, les calendriers, l'art et la mythologie.

La Lune est un sphéroïde (ellipsoïde de révolution) en raison de l'étirement créé par les forces de marée, son grand axe étant déplacé de 30° par rapport à la Terre en raison d'anomalies gravitationnelles causées par ses bassins d'impact. Sa forme est plus allongée que ce que les forces de marée actuelles peuvent expliquer. Ce "renflement fossile" suggère que la Lune s'est solidifiée lorsqu'elle orbitait à une distance moitié moindre de celle actuelle avec la Terre et qu'elle serait à présent trop froide pour que sa forme ne s'adapte à ce changement d'orbite. Son rayon équatorial est de 1 738,1 km et son rayon polaire de 1 736,0 km, ce qui lui confère un aplatissement de 0,001, trois fois plus faible que celui de la Terre. Son rayon moyen est de 1 737,4 km, ce qui correspond à 27 % du rayon terrestre environ.

Sa masse étant de $7,346 \times 10^{22}$ kg, soit un peu plus d'un pour cent de la masse terrestre, la gravité de surface subie sur la Lune est bien plus faible que celle sur Terre : avec $1,62 \text{ m/s}^2$, elle est six fois plus petite. Ainsi, même si sa masse reste constante, un être humain sur la Lune voit son poids divisé par six ; de même, porter une combinaison spatiale de 90 kg est équivalent à la sensation de porter une combinaison de 15 kg sur Terre. Par ailleurs, la vitesse de libération sur la Lune est plus faible que celle de la Terre, à 2,38 km/s contre 11,2 km/s. Le champ gravitationnel de la Lune est mesuré en suivant l'effet Doppler des signaux radio émis par les appareils en orbite. Les principales caractéristiques de la gravité lunaire sont les réplétions (*ou mascons - région de la croûte d'une planète*), de grandes anomalies gravitationnelles positives associées à certains des bassins d'impact géants, en partie causées par les coulées de lave basaltique dense qui remplissent les mers lunaires. Ces anomalies influencent grandement l'orbite des engins spatiaux autour de la Lune. Cependant, les coulées de lave ne peuvent à elles seules expliquer toute la signature gravitationnelle ; des concentrations de masse indépendantes du volcanisme des mers ont été identifiées.



La Lune est un corps différencié (*processus par lequel l'intérieur d'un objet céleste massif devient organisé en couches de différentes densités*), structuré en une croûte, un manteau et un noyau distincts. Cependant, son noyau (*probablement constitué de fer métallique allié à une petite quantité de soufre et de nickel*) ne fait qu'environ 350 kilomètres de rayon au plus, soit 20 % du rayon de la Lune. Les analyses des variations de la rotation de la Lune indiquent qu'il est au moins partiellement fondu et qu'il serait ainsi solide jusqu'à 240 km du centre puis liquide jusqu'à un peu plus de 300 km.

Autour du noyau se trouve une couche limite de roches partiellement fondues jusqu'à environ 500 km du centre. Au-delà de cette couche se trouvent le manteau et la croûte, tous deux formés de roches solides mais de compositions chimiques et minéralogiques différentes. La croûte, épaisse d'environ 50 kilomètres en moyenne, affleure dans les "terres" ; elle est présente aussi dans les « mers », mais recouverte par d'épaisses couches de lave.

Le magnétomètre MAG et le réflectomètre d'électrons du "Lunar Prospector" permettent en 2008 d'obtenir la première carte complète des champs magnétiques lunaires. Elle révèle que les bassins d'impacts dominent la distribution de ces champs, les plus faibles se trouvant dans les bassins les plus grands et les plus récents, "Mare Orientale" et "Mare Imbrium", tandis que les champs les plus forts sont mesurés au-dessus des surfaces diamétralement opposées à ces mêmes bassins. Les plus forts champs relevés correspondent à moins d'un centième du champ magnétique terrestre.

Le champ magnétique lunaire est entièrement dû à la magnétisation des roches crustales, et aujourd'hui la Lune ne possède pas de champ magnétique planétaire dipolaire.

Une partie de la magnétisation peut provenir de champs magnétiques transitoires générés lors d'impacts importants. Ces impacts créent l'expansion d'un nuage de plasma lors de l'impact, générant un champ magnétique ambiant. Ceci est confirmé par l'emplacement apparent des plus grandes magnétisations de la croûte près des antipodes des bassins d'impact géants. Cependant, la majeure partie de la magnétisation est héritée d'une époque où la Lune possédait un champ magnétique global, à l'instar de la Terre et d'autres planètes.

La topographie de la Lune, aussi appelée sélénographie, est mesurée par altimétrie laser et stéréoscopie. Son relief le plus visible est le bassin "Pôle Sud-Aitken", d'un diamètre d'environ 2 500 km, le plus grand cratère de la Lune et un des plus grands cratères d'impact du Système solaire, dont le choc aurait fait basculer l'axe de rotation de l'astre de 15°. D'une profondeur de 13 km, son plancher est le point le plus bas de la surface de la Lune. Les altitudes les plus élevées de la surface sont situées directement au nord-est, et il est suggéré que ces reliefs pourraient avoir été épaissis par l'impact légèrement oblique ayant formé le bassin. La surface de la face cachée de la Lune est en moyenne environ 1,9 km plus haute que celle de la face visible.

La découverte d'escarpements de failles par le "Lunar Reconnaissance Orbiter" suggère que la Lune s'est rétrécie d'environ 90 mètres au cours du dernier milliard d'années. Des caractéristiques de contraction similaires existent sur Mercure. Une étude menée en 2019 sur plus de 12 000 images prises par l'orbiteur montre que la "Mare Frigoris", un vaste bassin près du Pôle Nord lunaire et supposé géologiquement mort, se craquelle et se déplace. Comme la Lune ne possède pas de plaques tectoniques, son activité tectonique est lente et des fissures se développent au fur et à mesure qu'elle perd de la chaleur interne.

Le point de référence des coordonnées sélénographiques est le petit cratère "Mösting A", défini comme ayant les coordonnées $(-3,212, -5,211)$. D'une façon générale, le premier méridien de la Lune correspond au centre du disque lunaire vu depuis la Terre, l' "UAI" (*Unité Administrative Immatriculée*) recommandant comme axe la direction moyenne du centre de la Lune au centre de la Terre.

L'eau liquide ne peut pas persister à la surface de la Lune. Lorsqu'elle est exposée au rayonnement solaire, l'eau se dissocie rapidement par photolyse puis est emportée dans l'espace. Cependant, depuis les années 1960, les scientifiques émettent l'hypothèse que de la glace d'eau pourrait être déposée par des comètes voire être produite par la réaction de roches lunaires riches en oxygène et d'hydrogène provenant du vent solaire, laissant des traces d'eau pouvant éventuellement persister dans les cratères d'obscurité éternelle au niveau des deux pôles lunaires. Des simulations numériques suggèrent que jusqu'à 14 000 km² de la surface du satellite seraient constamment dans l'ombre. La présence de quantités d'eau utilisables sur le satellite est un facteur important afin d'envisager une colonisation de la Lune de façon rentable. En effet, l'alternative consistant à transporter de l'eau depuis la Terre serait d'un coût prohibitif.

En 1994, l'expérience radar réalisée à bord de l'orbiteur "Clementine" rapporte l'existence de petites poches d'eau gelée près de la surface. Cependant, des observations radar ultérieures depuis le radiotélescope d'Arecibo (*sur la côte nord de l'île de Porto Rico*) suggèrent que ces découvertes seraient plutôt des roches éjectées lors de la formation de jeunes cratères d'impact. En 1998, le spectromètre à neutrons de "Lunar Prospector" révèle la présence de fortes concentrations d'hydrogène dans le premier mètre de profondeur du régolithe près des régions polaires. Des perles de lave volcaniques, ramenées sur Terre lors de la mission "Apollo 15", présentent après recherches de petites quantités d'eau en leur intérieur.

La sonde "Chandrayaan-1", lancée en 2008, confirme l'existence de glace d'eau à la surface. En 2009, le "LCROSS" (*sonde lunaire américaine*) envoie un impacteur de 2 300 kg dans un cratère d'obscurité éternelle et détecte au moins 100 kg d'eau dans un panache de matériaux éjectés. Un autre examen des données révèle que la quantité d'eau détectée est plus proche de 155 ± 12 kg.

L'analyse des résultats du "Moon Mineralogy Mapper" (M3) apporte en août 2018 pour la première fois la confirmation de la présence de glace d'eau à la surface de la Lune. Les dépôts de glace se trouvent sur les pôles Nord et Sud, bien qu'ils soient plus abondants au Sud, où les cratères d'obscurité éternelle sont plus répandus.

Le volume d'eau présent sur la Lune est estimé en 2018 entre 100 millions et un milliard de mètres cubes à chaque pôle.

La Lune commence à se former il y a 4,51 milliards d'années, de 30 à 60 millions d'années après la formation du Système solaire. Plusieurs mécanismes de formation sont proposés, parmi lesquels la séparation de la Lune à partir de la croûte terrestre par la force centrifuge (*ce qui exigerait une vitesse de rotation initiale de la Terre trop élevée*), la capture gravitationnelle d'une Lune préformée (*ce qui nécessiterait cependant une atmosphère terrestre étendue irréaliste pour dissiper l'énergie de la Lune de passage*) et la co-formation de la Terre et de la Lune dans le disque d'accrétion primordial (*ce qui ne peut pas expliquer la disparition des métaux dans la Lune*). Ces hypothèses ne peuvent pas non plus expliquer le moment cinétique élevé du système Terre-Lune.

Pour l'hypothèse dominante, le système Terre-Lune s'est formé après l'impact d'une protoplanète ayant une taille similaire à celle de Mars (*nommée Théïa, la mère de Séléné dans la mythologie grecque*) avec la proto-Terre ; elle est appelée l'hypothèse de l'impact géant. L'impacteur, la croûte et une partie du manteau terrestre se disloquent et projettent une grande quantité de débris en orbite autour de la Terre. La Lune se forme ensuite par accrétion d'une partie de ce nuage de débris en un temps très court, de l'ordre d'un siècle. L'impact aurait libéré beaucoup d'énergie, faisant fondre la couche externe de la Terre, et a ainsi formé un océan de magma. De même, la Lune nouvellement formée aurait possédé un océan magmatique lunaire d'une profondeur estimée à au moins plusieurs centaines de kilomètres.

Bien que l'hypothèse de l'impact géant puisse expliquer de nombreux paramètres, certains éléments ne sont pas expliqués, notamment en ce qui concerne les compositions isotopiques proches de la Lune et de la Terre, son volcanisme relativement récent, ou l'existence passée d'un champ magnétique planétaire. En effet, la mesure en 2001 des signatures

isotopiques des roches lunaires du programme Apollo révèle qu'elles présentent la même signature isotopique que les roches terrestres, les distinguant donc de presque tous les autres corps du Système solaire. Cette observation est inattendue car on supposait alors que la plupart des matériaux qui ont formé la Lune provenaient de Théia ; or il est ensuite annoncé en 2007 qu'il y a moins d'un pour cent de chances que Théia et la Terre aient des signatures isotopiques identiques par ce biais. D'autres échantillons lunaires d'Apollo étudiés en 2012 comportent la même composition en isotopes de titane que la Terre, ce qui est en conflit avec ce qui est attendu si la Lune s'était formée loin de la Terre ou était issue de Théia.

La Lune effectue une orbite complète autour de la Terre par rapport aux étoiles fixes environ une fois tous les 27,3 jours, sa période de révolution ou période sidérale. Cependant, comme la Terre se déplace simultanément sur son orbite autour du Soleil, il faut environ deux jours de plus avant que la Lune ne montre la même phase à la Terre, soit 29,5 jours, sa période synodique.

Contrairement à la plupart des satellites naturels des autres planètes, elle orbite plus près du plan de l'écliptique que du plan équatorial de la planète. Son orbite est subtilement perturbée par le Soleil et la Terre en de nombreuses différentes façons. Par exemple, le plan de l'orbite de la Lune tourne graduellement tous les 18,61 ans, ce qui affecte d'autres aspects du mouvement lunaire.

La Lune est en rotation synchrone autour de la Terre : sa période de rotation est égale à sa période de révolution. Elle présente donc toujours le même hémisphère nommé "face visible de la Lune" à un observateur terrestre, l'hémisphère opposé étant en conséquence appelé "face cachée de la Lune". Cependant, en raison de l'effet de la libration (*lente oscillation*), environ 59 % de la surface de la Lune peut en pratique être vue depuis la Terre. La face cachée est totalement éclairée aussi souvent que le côté visible : une fois tous les 29,5 jours terrestres, à la nouvelle lune.

Marée, Marée terrestre et Marée atmosphérique.

Mécanisme des marées :

A. Syzygie (situation où trois objets célestes ou plus sont en conjonction ou en opposition) ;

B. Quadrature (lorsque la différence de longitude céleste entre l'astre et le Soleil vaut 90°)

1. Soleil ; 2. Terre ; 3. Lune

4. Direction de l'attraction par le Soleil

5. Direction de l'attraction par la Lune.

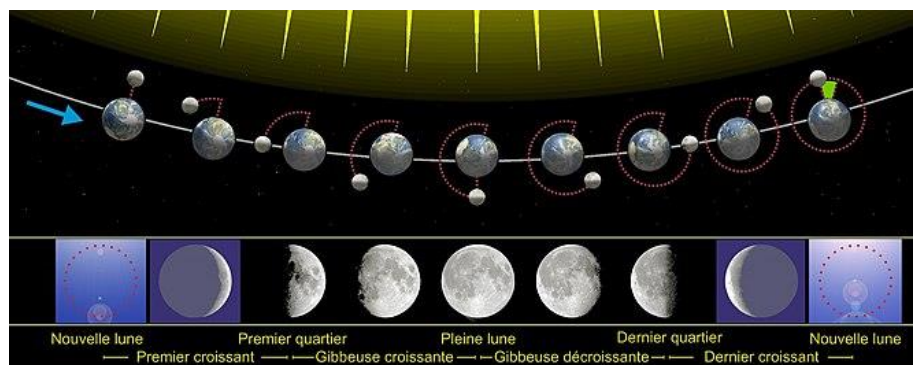
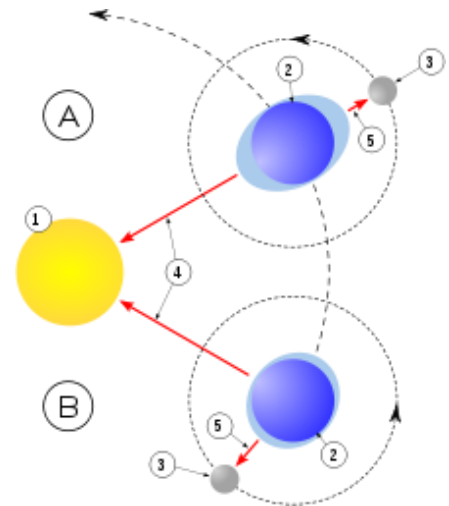
L'attraction gravitationnelle entre les corps célestes diminue inversement au carré de la distance de ces masses les unes par rapport aux autres. En conséquence, l'attraction exercée par la Lune est légèrement plus grande pour le côté de la Terre le plus proche d'elle que pour le côté opposé. Cela entraîne une force de marée qui affecte à la fois les océans et la croûte terrestre. L'effet le plus évident des forces de marée est de provoquer deux renflements dans les océans de la Terre, l'un du côté faisant face à la Lune et l'autre du côté opposé. Il en résulte des variations du niveau des mers, appelés marées océaniques.

Lorsque la Terre tourne sur son axe, l'un des renflements de l'océan (*marée haute*) est localement maintenu en place sous la Lune, tandis qu'une autre marée de ce type est opposée. En conséquence, il y a environ deux marées hautes et deux marées basses en une journée. Puisque la Lune est en orbite autour de la Terre dans le même sens que la rotation de la Terre sur elle-même, les marées hautes se produisent environ toutes les 12 heures et 25 minutes, les 25 minutes étant dues au temps que met la Lune pour orbiter autour de la Terre.

Le Soleil produit également des marées mais d'amplitude plus faible, 40 % de celle due à la Lune. Lors de la syzygie, quand la Lune et le Soleil sont alignés avec la Terre, la somme des interactions Lune-Terre et Soleil-Terre est responsable des grandes marées au moment des équinoxes de printemps et d'automne.

De la même manière, la surface lunaire subit des marées d'une amplitude d'environ 10 cm tous les 27 jours, avec deux composantes : une fixe due à la Terre parce qu'en rotation synchrone, et une variable due au Soleil. La composante induite par la Terre provient de la libration, résultat de l'excentricité orbitale de la Lune, si l'orbite de la Lune était parfaitement circulaire, il n'y aurait que des marées solaires. Les effets cumulés de ces contraintes de marée produisent des séismes lunaires. Ces phénomènes restent beaucoup moins courants et moins intenses que les tremblements de terre, bien qu'ils puissent se dérouler pendant jusqu'à une heure du fait de l'absence d'eau pour amortir les vibrations sismiques. L'existence de ces séismes est une découverte inattendue des sismographes placés sur la Lune lors des missions Apollo de 1969 à 1972.

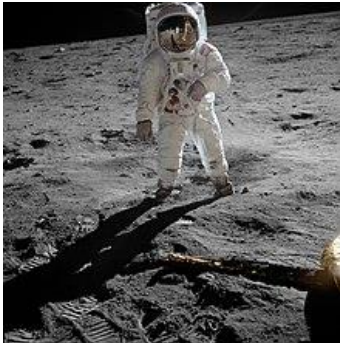
La présence de la Lune exerce une influence sur la stabilisation de l'inclinaison de l'axe terrestre. En effet, l'obliquité de la Terre varie entre 21 et 24° environ par rapport au plan de l'écliptique tandis que Mars, qui n'a pas de satellite naturel aussi massif, voit son



obliquité varier de 20 à 60° sur des millions d'années. De même, avant la formation de la Lune, l'axe de rotation terrestre oscillait de façon chaotique, ce qui aurait rendu impossible l'apparition de la vie à sa surface du fait des dérèglements climatiques causés ; ceci a disparu une fois le verrouillage gravitationnel par effet de marée entre la Terre et son satellite naturel mis en place.

Changements de l'angle entre la direction de la lumière du Soleil et la vue de la Terre, et les phases de la Lune qui en résultent, vues de l'hémisphère nord au cours d'une lunaison. La distance Terre-Lune n'est pas à l'échelle.

À la suite de l'engagement de 1961 du président John F. Kennedy puis son célèbre discours où il prononce « *We choose to go to the Moon* » en 1962, différents programmes spatiaux sont lancés avec la promesse qu'un américain marchera sur la Lune avant la fin de la décennie.



Le programme Apollo est développé en parallèle, stimulé par un potentiel programme lunaire habité soviétique. Après une série de tests sans équipage et avec équipage en orbite terrestre, la première mission humaine en orbite lunaire est réalisée en décembre 1968 par Apollo 8. Les membres de son équipages (*Frank Borman, James Lovell, et William Anders*) sont ainsi les premiers humains à apercevoir directement la face cachée de la Lune.

L'atterrissage d'Apollo 11 le 21 juillet 1969 est considéré comme le point culminant de la course spatiale engagée entre les États-Unis et l'URSS pendant la guerre froide. À 02h56 UTC, le premier humain à poser le pied la Lune est Neil Armstrong, commandant de la mission, suivi de Buzz Aldrin. Environ 500 millions de personnes suivent l'événement en mondovision, la plus grande audience télévisée pour une émission en direct à l'époque.

En 2020, les derniers humains à marcher sur le sol lunaire sont Harrison Schmitt et Eugene Cernan, lors de la mission Apollo 17 en décembre 1972. Les missions Apollo 11 à 17 (*sauf Apollo 13, qui annule son atterrissage en cours de mission*) prélèvent 380 kg de roche lunaire et de sol en 2 196 échantillons. Des ensembles d'instruments scientifiques sont installés sur la surface lunaire lors du programme Apollo, notamment le "Apollo Lunar Surface Experiments Package". Celui-ci comprend des instruments à longue durée de vie, comprenant des sondes de flux thermique, des sismomètres et des magnétomètres. La transmission directe des données vers la Terre prend fin à la fin de 1977 pour des raisons de budget.

Des réflecteurs lunaires sont aussi déposés lors de ces missions afin de mesurer la distance Terre-Lune avec une précision de quelques centimètres grâce à un faisceau laser. Instruments passifs, ils sont quant à eux toujours utilisés. Les sondes soviétiques du programme Lunokhod en déposent également.

Au total, au XX^e siècle et jusqu'à nos jours, 24 astronautes ont orbité autour de la Lune et 12 d'entre eux ont marché dessus, tous pendant le programme Apollo.

La Lune commence à partir de 1974 à être délaissée par les puissances spatiales au profit des autres corps célestes du Système solaire, notamment vers le Système solaire externe pour la NASA avec les programmes Pioneer et Voyager, et de la construction de stations spatiales.

Dans les années 1990, la Lune devient la destination principale des sondes des nouvelles nations spatiales qui développent des programmes d'exploration du Système solaire, principalement le Japon, la Chine et l'Inde.

L'intérêt pour la Lune renaît à la suite de deux petites missions de la NASA en 1994 et 1998 qui permettent la réalisation de la première carte topographique quasi globale de la Lune ainsi que la découverte d'un excès d'hydrogène aux pôles lunaires, probablement dû à la présence de glace d'eau dans les cratères d'obscurité éternelle.

Dans les années 2000, de nombreuses missions vers la Lune sont réalisées par différentes agences spatiales. L'Agence spatiale européenne lance SMART-1 en septembre 2003 afin de réaliser une étude des éléments chimiques de la surface lunaire jusqu'à son impact en septembre 2006. L'Agence japonaise d'exploration aérospatiale, en octobre 2007, obtient des données de géophysique lunaire et prend le premier film haute définition au-delà de l'orbite terrestre avec une fin de mission en juin 2009. L'Organisation indienne pour la recherche spatiale met sa première sonde en orbite lunaire, Chandrayaan-1, de novembre 2008 jusqu'à sa perte de contact en août 2009, celle-ci confirmant la présence d'eau sur la Lune.

L'ambitieux programme chinois d'exploration lunaire (*CLEP*) débute avec Chang'e 1, qui se met en orbite autour de la Lune en novembre 2007 jusqu'à son impact lunaire contrôlé en mars 2009, renvoie une carte complète de la Lune. L'atterrisseur Chang'e 3 se pose en décembre 2013 dans la mer des Pluies puis déploie un rover lunaire nommé Yutu. C'est le premier atterrissage sur la Lune depuis Luna 24 en 1976 et le premier rover lunaire depuis Lunokhod 2 en 1973. Sa doublure Chang'e 4 devient la première mission à se poser sur la face cachée de la Lune dans le cratère Von Kármán en janvier 2019 et déploie le rover Yutu 2. La mission de retour d'échantillons *Chang'e 5* ramène en décembre 2020 les premiers échantillons lunaires depuis Luna 24 en 1976, et accomplit le premier amarrage automatique en dehors de l'orbite terrestre.

Dans les années 2010, la NASA met de nouveau en œuvre des missions vers la Lune. Le Lunar Reconnaissance Orbiter est notamment lancé en juin 2009 avec l'impacteur LCROSS. Si ce dernier achève sa mission avec un impact planifié dans le cratère Cabeus en octobre 2009, le LRO est toujours en activité en fournissant régulièrement une altimétrie lunaire précise, permettant de dresser une carte topographique, et des images haute résolution. Deux autres orbiteurs sont lancés par la NASA en janvier 2012 puis en octobre 2013 : GRAIL afin d'étudier la structure interne de la Lune et LADEE pour étudier l'exosphère lunaire, avec respectivement des fins de mission en décembre 2012 et avril 2014.

D'autres satellites, comme le Deep Space Climate Observatory fournissent périodiquement des images de la Lune.

La colonisation de la Lune est le projet consistant à installer une voire plusieurs bases permanentes habitées sur la Lune, bien que cela ne soit pas encore envisageable de manière rationnelle. Une présence humaine au moins temporaire sur un corps planétaire autre que la Terre est déjà un thème récurrent de science-fiction, mais aurait ici un intérêt pratique car la Lune constituerait alors une préparation en vue de voyages plus lointains.

La NASA commence à planifier la reprise des missions humaines à la suite de l'appel du président américain George W. Bush en janvier 2004 avec le programme de politique spatiale Vision for Space Exploration. Une mission humaine sur la Lune avant 2020 est alors prévue. Le programme Constellation est donc financé et des tests débutent sur un véhicule spatial avec équipage appelé Orion ainsi que pour une base lunaire. Le programme est finalement annulé en 2010 par le président Barack Obama pour cause de budget.

Cependant, à l'instigation du président américain Donald Trump, le retour de l'Homme sur la Lune est remis en avant en avril 2019, à travers le programme Artemis. Programme spatial habité de la NASA, celui-ci prévoit de poser un équipage d'ici 2024. Il doit déboucher sur une exploration durable du satellite par l'organisation de missions régulières dont l'aboutissement serait l'installation d'un poste permanent sur la Lune.

Le programme permettrait également de mettre au point les équipements et procédures nécessaires à d'hypothétiques missions habitées vers Mars. Le lanceur lourd Space Launch System (SLS) et le véhicule spatial Orion, dont le développement a déjà débuté, seront notamment employés. Par ailleurs, une future station spatiale, la Lunar Gateway, placée en orbite autour de la Lune, doit servir de relais entre la Terre et la surface de la Lune. Les sites d'atterrissage retenus pour les différentes missions se situent au pôle Sud de la Lune, car les réserves de glace d'eau présentes dans les cratères d'obscurité éternelle présentent un intérêt stratégique dans la perspective de missions de longue durée.

Bien que les atterrisseurs du programme Luna aient dispersé des fanions aux couleurs de l'URSS sur la Lune et que drapeaux américains et chinois aient symboliquement été plantés sur les sites d'atterrissage de leurs sondes, aucune nation ne revendique la propriété d'une partie de la surface de la Lune. La Russie, la Chine, l'Inde et les États-Unis sont signataires du traité de l'espace, entré en vigueur le 10 octobre 1967, qui définit la Lune et tout l'espace extra-atmosphérique comme appartenant à l'ensemble de l'humanité. Ce traité limite également l'utilisation de la Lune à des fins pacifiques, interdisant explicitement les installations militaires et les armes de destruction massive, notamment les armes nucléaires.

En 1979, le traité sur la Lune est créé afin de restreindre l'exploitation des ressources naturelles de la Lune par une seule nation. Il est cependant considéré comme un échec car aucune nation disposant de programmes ou de projets de vols spatiaux habités ne le signe. Bien que plusieurs personnes physiques aient revendiqué la Lune en tout ou en partie, aucune de ces revendications n'est considérée comme crédible.

En août 2016, le gouvernement américain autorise la start-up américaine Moon Express à atterrir sur la Lune. C'est la première fois qu'une entreprise privée reçoit ce droit de le faire. La décision est considérée comme un précédent aidant à définir des normes réglementaires pour les activités commerciales dans l'espace lointain à l'avenir, car jusqu'à présent, les activités des entreprises étaient limitées à la Terre ou à ses alentours.

En 2020, le président américain Donald Trump signe un décret intitulé "Encouragement au soutien international pour la récupération et l'utilisation des ressources spatiales" (*en anglais : Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources*). L'ordonnance souligne que les États-Unis ne considèrent pas l'espace comme un bien commun et réitère les critiques faites au traité sur la Lune.

Mais un autre paramètre devra être réglé, celui de la pollution de la Lune par les terriens. D'ores et déjà, l'exploration spatiale a laissé près de 180 tonnes de matière d'origine terrestre sur la Lune.

Un responsable du programme spatial chinois ayant notamment déclaré en 2013 que la Lune contient suffisamment d'hélium 3 pour subvenir aux besoins énergétiques de l'humanité pendant 10 000 ans grâce à la fusion nucléaire, l'extraction de ressources naturelles sur la Lune pourrait soulever des problèmes géopolitiques.

La Lune est également reconnue comme un excellent site pour les télescopes : qualité de la visibilité excellente en l'absence de pollution lumineuse et d'atmosphère, face cachée protégée des émissions radios provenant de la Terre, sol lunaire mélangé avec des nanotubes de carbone et des polyépoxydes utilisables dans la construction de miroirs d'un diamètre pouvant atteindre 50 mètres...

Les phases régulières de la Lune en font un élément très pratique pour mesurer le temps ; les périodes de son ascension et de son déclin sont en conséquence à la base de nombreux calendriers parmi les plus anciens. Des archéologues estiment que les bâtons de comptage, des os dentelés datant d'il y a 20 à 30 000 ans, marqueraient les phases de la Lune.

En effet, l'étude des phases de la lune est facile et un cycle de saisons, correspondant à une année, se réalise en environ douze lunaisons (354 jours). Historiquement, les calendriers lunaires sont donc utilisés par les premières civilisations, comme en Mésopotamie et en Égypte antique. Cependant, s'ils sont adaptés à des peuples nomades, ils sont problématiques pour des peuples pratiquant l'agriculture en raison du décalage graduel qu'ils présentent avec les saisons, forçant des ajustements réguliers. Par ailleurs, la définition moderne du mois d'environ 30 jours suit cette tradition et est une approximation du cycle lunaire.

Le calendrier purement lunaire le plus célèbre est le calendrier hégirien, datant du VII^e siècle. Les mois sont alors traditionnellement déterminés par l'observation visuelle du hilal (*signification arabe*), le premier croissant de lune au-dessus de l'horizon.

À ce sujet, quoi de neuf ?

Petits réacteurs nucléaires pour de futures bases sur la Lune

Le groupe industriel britannique Rolls-Royce a annoncé vendredi 17 mars avoir reçu 2,9 millions de livres (3,3 millions d'euros) de financement de l'Agence spatiale britannique pour développer de petits réacteurs nucléaires pour de futures bases lunaires.



Les scientifiques et les ingénieurs de Rolls-Royce travaillent sur le programme de microréacteurs pour développer une technologie qui fournira l'énergie nécessaire aux humains pour vivre et travailler sur la Lune.

Le groupe prévoit qu'un premier réacteur, qui fera environ la taille d'une voiture, sera prêt à être envoyé sur la Lune d'ici 2029.

« L'énergie nucléaire a le potentiel d'augmenter considérablement la durée des futures missions lunaires et leur valeur scientifique », a assuré Rolls-Royce, qui travaillera avec plusieurs universités britanniques, dont

Oxford. Rolls-Royce développe par ailleurs de petits réacteurs modulaires pour la production d'électricité sur terre, dans le cadre notamment des plans du Royaume-Uni pour accélérer la construction de nouvelles centrales nucléaires sur son territoire.

Par ailleurs, la Nasa a annoncé en janvier dernier un partenariat avec le Pentagone pour développer une fusée propulsée à l'énergie nucléaire et destinée à envoyer l'Homme sur Mars.

50 ans environ après la dernière mission Apollo, le retour des humains sur la Lune se concrétise donc. Après la mission spatiale Artemis 2 qui emmènera des astronautes autour de la Lune en novembre 2024, la mission Artemis 3 devra faire atterrir des astronautes sur la surface lunaire en 2025.

Combinaison spatiale nouvelle génération



Un prototype de la nouvelle combinaison spatiale qui sera portée par les prochains astronautes sur la Lune vient d'être présenté à la presse, mercredi 15 mars 2023 à Houston, au Texas. La Nasa et l'entreprise Axiom Space ont développé ce type de combinaison pour la mission Artémis 3.

L'amélioration de la mobilité et de l'amplitude des mouvements est l'une des grandes avancées de cette combinaison moderne, par rapport à celles du programme Apollo.

Mais une chose ne changera pas : elle sera bien toujours blanche, a assuré Russell Ralston, chef adjoint du programme des sorties spatiales chez Axiom Space. Le blanc permet de mieux réfléchir les rayons du Soleil, pour mieux réguler la température à l'intérieur du scaphandre. Si le prototype présenté mercredi, lui, était noir et orange, c'est parce qu'il comportait une couche additionnelle destinée à garder confidentiels certains aspects du développement. En effet, pour les contrats des missions Artémis suivantes, Axiom Space est encore en compétition avec la compagnie Collins Aerospace. La Nasa a déboursé 228,5 millions de dollars pour ce premier contrat concernant Artémis 3.

Sur la Lune, les combinaisons devront pouvoir affronter un environnement particulièrement rude. Le pôle Sud, où les missions Artémis atterriront, peut endurer des températures de plus de 50 °C, mais aussi très froides (*jusqu'à moins 200 °C au fond de certains cratères*). Autres difficultés : la poussière, ou encore les pierres

tranchantes.

Les astronautes enfilent la combinaison en l'ouvrant par le dos. Ils porteront également un sac à dos, comportant ce dont ils ont besoin pour rester en vie, comme une bouteille d'air comprimé et un climatiseur très sophistiqués. Les combinaisons pourront être portées durant au moins huit heures d'affilée, pour réaliser prélèvements et autres recherches scientifiques. Une chose ne changera pas par rapport au temps d'Apollo : pour leurs besoins naturels, les astronautes porteront toujours, en-dessous, des couches.

Jusqu'ici, la Nasa était propriétaire de ses combinaisons, mais elle a décidé d'un modèle différent pour l'avenir, en les louant au secteur privé.

ANNEXE 6

Combien de temps la Terre sera-t-elle encore habitable ?

Il lui reste au moins 1,72 milliard d'années. Ensuite, l'eau liquide disparaîtra en raison de l'augmentation de la température à la surface de notre planète. Et la vie s'éteindra. L'homme, lui, aura disparu depuis bien longtemps.

La Terre est née du Soleil. Et le Soleil détruira la Terre. Oui mais quand ? Surtout, combien de temps reste-t-il à la vie sur notre planète ? Une question essentielle pour l'homme mais aussi pour déterminer les possibilités d'apparition d'une vie extraterrestre. Il apparaît en effet que peu de planètes, parmi le millier d'exoplanètes découvert en dehors du système solaire, se trouve dans une situation, vis-à-vis de leur étoile, compatible avec l'émergence d'une forme de vie telle que nous la concevons.

Une étude dirigée par Andrew Rushby, de l'école des sciences de l'environnement de l'université d'East Anglia (UEA) en Grande-Bretagne, conclut à une période d'habitabilité restante comprise entre 1,75 et 3,25 milliards d'années. « Le concept de zone habitable utilisée pour ces estimations définit la distance entre une planète et son étoile compatible avec la présence d'eau liquide à sa surface », d'après le chercheur.



L'équipe de l'UEA a fait appel aux modèles d'évolution des étoiles pour obtenir ce résultat. Zone et période habitable se confondent dans la mesure où elles représentent la distance qui nous sépare, dans le temps, de la "zone chaude" qui verra les océans commencer à s'évaporer sous l'effet de la chaleur du Soleil devenu trop proche. « Nous devrions voir alors une extinction catastrophique et finale de toute vie », indique Andrew Rushby. Le "nous" est, bien entendu, une façon de parler...

« Les conditions pour les formes complexes de vie, dont l'homme, deviendront impossible bien avant et le phénomène sera accéléré par le changement climatique anthropique », précise le chercheur. « Les humains auront des problèmes dès que la température augmentera et, à la fin, il ne restera que des microbes dans quelques niches pour supporter la chaleur ». A l'inverse, projetons-nous dans le passé. La vie sur Terre pourrait être apparue il y a 3,5 à 3,8 milliards d'années, soit environ un milliard d'années après la formation de notre planète à partir de la nébuleuse solaire. Bien après, il y a 400 millions d'années, des insectes existaient. Puis des dinosaures, il y a 300 millions d'années, des fleurs il y a 130 millions d'années. Et des hommes modernes il y a seulement 200.000 ans.

C'est dire le délai nécessaire pour qu'une vie intelligente apparaisse sur une planète, même lorsque les conditions requises sont rassemblées. Il faudrait donc une période habitable d'une longueur similaire pour qu'une vie évoluée se soit développée ailleurs dans notre galaxie. Andrew Rushby souligne que nous avons évolué pendant 75% de la période habitable pour aboutir à ce que nous sommes aujourd'hui.

L'étude du millier d'exoplanètes connues à ce jour montre qu'il en existe fort peu. « Nous avons comparé la Terre à huit autres planètes qui se trouve actuellement dans leur zone d'habitabilité, y compris Mars et nous avons découvert que celles que plus la masse de l'étoile autour de laquelle elles sont en orbite est faible plus la période d'habitabilité a tendance à être longue », indique Andrew Rushby.

Le modèle des chercheurs a été appliqué à l'exoplanète "Kepler 22b" dont la période habitable s'est révélée comprise entre 4,3 et 6,1 milliards. Celle de "Gliese 581d" apparaît comprise entre 42,4 et 54,7 milliards d'années... « Cette planète pourrait rester tiède et agréable pendant une durée dix fois supérieure à celle de l'existence de l'ensemble du système solaire... »

Formidable ! Il suffira donc de changer de planète dès qu'il commencera à faire trop chaud sur la nôtre ! En fait, l'exode posera un petit problème. Même si l'on découvrait une exoplanète habitable à moins de 10 années-lumière de la Terre, il faudrait à l'homme des centaines de milliers d'années pour s'y rendre avec la technologie actuelle des vaisseaux spatiaux.

Pour Andrew Rushby, si nous devions émigrer vers une autre planète, Mars resterait le meilleur choix. Plus éloignée du Soleil, la planète rouge restera habitable jusqu'à la fin de la vie de notre étoile, soit dans environ 6 milliards d'années. Un constat qui peut nous faire apprécier différemment les missions des robots qui arpentent Mars actuellement. Déjà, il est clair que notre prochaine planète ne sera pas aussi confortable que l'actuelle. A moins de réaliser de considérables travaux d'aménagement...

Notre Soleil va lentement se réchauffer à mesure qu'il avancera en âge. Dans presque 5 milliards d'années, il aura épuisé son carburant nucléaire et se dilatera en une étoile, une géante rouge qui pourrait englober notre planète.

Bien avant d'en arriver là, la chaleur sera insoutenable pour les formes de vie existantes. Les scientifiques se sont basés sur des mesures comme la température, l'abondance d'eau et de nourriture pour évaluer la santé future de la biosphère terrestre.

Ils en ont déduit le moment où la vie commencera à disparaître. À mesure que le mercure grimpera, de plus en plus de vapeur d'eau se formera, ce qui se traduira par une absorption régulière du dioxyde de carbone, nécessaire à la photosynthèse des plantes.

D'après l'étude, les espèces végétales les moins résistantes entameront leur déclin dans 500 millions d'années. Les animaux, qui dépendent d'elles pour leur nourriture et leur oxygène, leur emboîteront le pas.

Dans à peu près 2,8 milliards d'années, il ne restera que des microbes très résistants, jusqu'à ce qu'ils succombent eux aussi à la chaleur.

ANNEXE 7

Armées : Il faut changer de modèle !

Texte de Xavier Guilhou (*) - Expert international en prévention des risques, pilotage de crises, et aide à la décision stratégique.

Avant le Covid, déjà, les commentaires militaires croulaient sous l'expression "haute intensité". La guerre de haute intensité est là désormais, on la voit tous les jours, depuis un an, en Ukraine. Et bien des responsables constatent enfin avec effarement que l'armée française n'aurait pas été incapable de mener une guerre pareille pendant si longtemps. Pour l'auteur, aucun doute : il faut repenser nos armées !

« *Nous sommes sur l'os... !* » [Devons-nous comprendre « *Nous sommes sur l'"ostensible" » ou autre chose ?*]. Qui n'a pas entendu nos grands chefs utiliser cette expression pour préciser que nous n'avons plus de marges de manœuvre sur le plan capacitaire, voire que nous sommes bien en deçà de l'acceptable pour assurer les missions assignées à nos armées. Il est évident qu'après trois décennies de rabotage budgétaire nous ne pouvons qu'être en limite basse en termes de suffisance opérationnelle (*moyens, munitions, stocks stratégiques, personnels...*) et que, pour reprendre un terme de marins, « *nous talonnons !* ». A ce rythme, la prochaine étape est « *l'échouage* ».

La guerre en Ukraine sert de révélateur dans tous les domaines et a la vertu de réveiller les consciences endormies par des années de « *dividendes de la paix* ». Pourtant les signaux précurseurs n'ont pas manqué, mais chaque fois le relativisme et la bureaucratie ont effectué leur travail de neutralisation et de normalisation pour continuer à tirer vers le bas nos postures de défense. De fait « *nous sommes bien sur l'os* » et il nous faut avant tout « *remettre de l'épaisseur* », à tous les niveaux, pour combler ou compenser ces faiblesses structurelles. La projection de corps expéditionnaires tous azimuts n'est plus dans nos moyens. Nous devons nous recentrer sur la défense de nos intérêts vitaux, la protection de notre territoire et remuscler notre dissuasion. Il faut changer de méthode et surtout de modèle !

Capacités nouvelles - Certes nous avons développé des capacités marginales à très forte valeur-ajoutée pour « *faire autrement* » quand nous ne pouvions plus « *faire normalement* ». Ce fut le cas au cours de ces trois décennies avec la montée en puissance des opérations spéciales. Par leurs performances indéniables, notamment dans la lutte « *anti-terroriste* » en Orient et en Afrique, elles ont assuré au pouvoir politique la garantie d'une posture opérationnelle à succès, avec une forte résonnance médiatique auprès des opinions publiques. Cela a plutôt bien fonctionné. Dans ce contexte les OPEX ont au moins eu le mérite de permettre à toutes ces composantes de se tester et d'acquérir une courbe d'expérience considérable.

Mais avec l'Ukraine nous passons à autre chose et le travail « *sur-mesure* » de nos forces spéciales doit désormais s'intégrer dans des schémas complexes de combat de haute intensité, avec un retour aux confrontations de masse sur des lignes de front, que nous n'avons plus connues depuis les grandes guerres mondiales.

Il en fut de même avec les deux fonctions essentielles que sont le renseignement et la logistique, armes souvent considérées comme secondaires dans notre culture militaire, mais qui se sont avérées cruciales pour accompagner nos projections de corps expéditionnaires sur des conflits hybrides, au sein d'alliances, sur des terres lointaines (*Afghanistan, næud syriaque, Sahel*). Ces composantes souvent qualifiées de soutiens, alors qu'elles sont des précurseurs qui conditionnent le succès des opérations, ont permis sur le terrain de faire preuve de réactivité et d'inventivité dans les modes d'action, face à de nouveaux modes d'adversités (*cf. les techniques de guérillas pratiquées par les groupes islamiques, mais aussi les méthodes de désinformation et déstabilisation des Sociétés Militaires Privées comme Wagner, ainsi que l'utilisation de technologies duales et des réseaux sociaux*).

Nous avons aussi compensé la baisse de nos moyens avec de la haute technologie et une professionnalisation remarquable de nos forces. Nos armées sont réduites en nombre, mais elles sont plus performantes du fait des technologies embarquées et du niveau de formation de nos combattants. Ce qui suppose aussi un niveau de soutien et de maintenance non négligeable (*pour un soldat au combat il en faut en moyenne neuf en soutien*). Néanmoins, pour nos spécialistes, avec les moyens actuels, nous ne pourrions tenir qu'un front de 80 kms, soit Dunkerque – Lille, là où nos anciens furent en mesure de tenir un front de 750 kms lors de la première guerre mondiale. Et que penser de nos capacités de feu qui n'excéderaient pas une semaine en termes de stock de munitions...

Capacités à résister - De nouveau le conflit en Ukraine, et surtout les risques de confrontations pressenties en Mer de Chine et en Méditerranée orientale, posent la question des masses critiques et du niveau de rusticité qu'il faudrait désormais être en mesure d'assumer face à des armées qui utilisent des centaines de milliers d'hommes et un déluge de feu sans précédent pour arriver à leurs fins.

Ces armées ont recours à la conscription et à la mobilisation de réserves considérables. Par ailleurs elles se battent avec des doctrines basiques similaires à celles de la guerre de 1914, que nous qualifions certes d'archaïques et de barbares, mais qui s'avèrent dimensionnantes actuellement dans les conflits. Au cours de l'été 2022, les Ukrainiens ont tiré 6000 à 7000 obus d'artillerie par jour selon un haut responsable de l'Otan. Dans le même temps les Russes en tiraient 40 000 ou 50 000. A titre de comparaison les Etats Unis ne produisent que 15 000 obus par mois...

De notre côté nous n'avons plus la conscription et nous avons des réserves qui sont réduites à la portion congrue malgré tous les effets d'annonce vertueux de ces dernières années... Nous faisons confiance à l'intelligence embarquée dans nos moyens, qui sont de plus en plus sophistiqués, en prétendant que cela sera suffisant pour casser ces armées « *ringardes* » dotées d'équipements datant de la guerre froide... Les événements nous démontrent qu'il faut faire preuve d'un peu plus d'humilité, ces armées n'ayant pas la même notion de l'attrition et de la vie humaine que nous. Avec une société soumise à

la religion du « *bien-être* », et soyons honnêtes peu résiliente, nous ne remplissons pas les mêmes critères en termes de résistance morale et physique que ces adversaires qui n'ont pas nos états d'âme...

Certes nous avons l'impression actuellement que le corps politique, pas seulement en France mais sur tout le continent européen, subi un électrochoc devant l'intensité et la brutalité des combats en Ukraine. Que n'ont-ils eu les mêmes réactions lors des événements dans les Balkans, qui ont fait, rappelons-le, de l'ordre de 100 000 morts (200 000 selon les médias) ? Il en fut de même au Moyen-Orient avec les enchaînements post-Irak sur le nœud syriaque qui ont fait quasiment le même nombre de victimes. Nous sommes déjà au-dessus de ces seuils pour l'Ukraine.

A chaque fois les niveaux de brutalité et d'inhumanité ont augmenté, franchissant des seuils que les ONG et les organisations internationales n'ont cessé de recenser et d'explicitier pour alerter nos dirigeants. La réponse de ces derniers fut l'invention sémantique des « *lignes rouges* » à ne pas franchir, mais sans postures réelles et crédibles... Tous ces théâtres d'opération furent des laboratoires, notamment pour les armées Russes et Turques, qui désormais stressent notre flanc oriental et méridional. Heureusement que la posture de dissuasion nucléaire, dont la crédibilité repose sur la permanence à la mer de nos SNLE et sur les capacités de frappes de nos composantes aéroportées (*FAS et FAN*), n'a pas subi le même niveau d'altération, voire de destruction systématique, que pour nos moyens conventionnels.

Aujourd'hui le temps n'est plus aux lamentations mais à la reconstruction d'un modèle, en s'appuyant sur cette épaisseur tactique qu'offrent les composantes à forte valeur ajoutée dont nous avons parlé. Il est évident que ces moyens, en s'intégrant intelligemment dans des schémas plus élaborés de combat de haute intensité, peuvent devenir des « *démultiplicateurs de forces* ».



(*) Xavier Guilhou, spécialiste international reconnu depuis 40 ans dans les domaines de la prévention des risques, du pilotage de crises, et l'aide à la décision stratégique. Ancien responsable de la DGSE (*dans les années 1980*), fortement engagé dans la montée en puissance des Opérations Spéciales (*COS*) dans la décennie 1990, a une longue expérience de terrain. Il a par ailleurs exercé pendant 15 ans des fonctions exécutives et opérationnelles au sein de grands groupes français (*Schneider Electric*) et a conseillé depuis 2004 des Etats et des réseaux vitaux en matière de pilotage de crise et de géostratégie. Il est auditeur de l'IHEDN et capitaine de vaisseau (*h*). Son site : www.xavierguilhou.com (*intéressant*).

ANNEXE 8

Le programme Scorpion qui va faire du Leclerc un cyber char

Le char Leclerc entre dans une nouvelle ère, celle du combat collaboratif. Le 12 janvier 2023, le ministère des Armées a passé commande auprès de Nexter de 50 chars Leclerc rénovés (XLR) supplémentaires dans le cadre de la modernisation à mi-vie portant sur 200 engins. Ce marché a été notifié par la Direction générale de l'armement (DGA) le 29 décembre 2023.

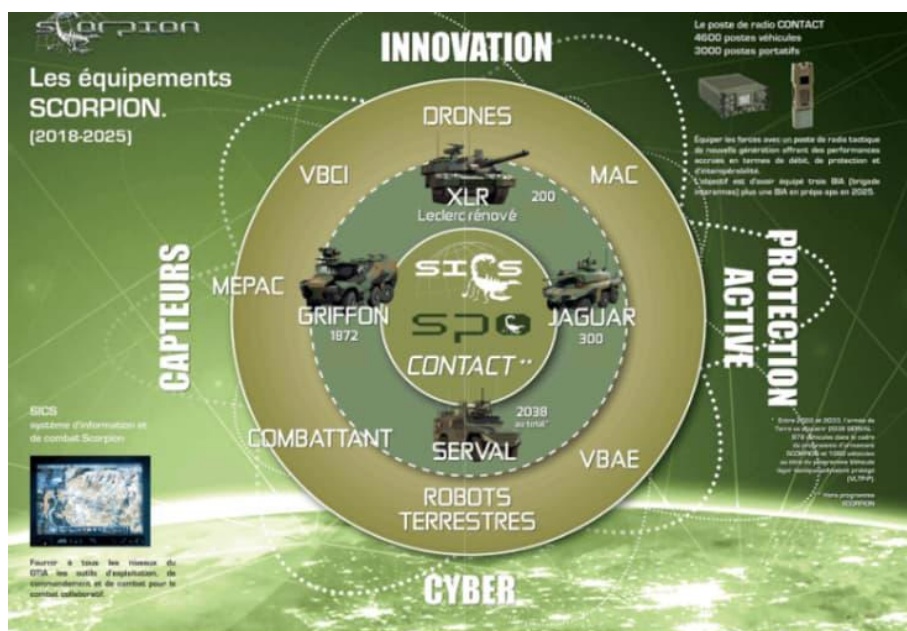
Ce système fonctionnera demain avec le Scaf

Le terme rénové est un euphémisme puisque le char intégrera la bulle Scorpion (*Synergie du CONTACT Renforcée par la Polyvalence et l'InfovalorisatiON*). Mise en œuvre par la DGA, cette technologie a été créée pour le combat collaboratif. Comme les nouveaux blindés Jaguar, Serval et Griffon, le Leclerc XLR sera donc doté d'un système d'information de combat avec radio à haut débit.

Ces équipements sont connectés à une "bulle numérique" conçue par Atos dans laquelle fantassins, artilleurs, blindés, mais aussi hélicoptères, robots terrestres et drones communiquent ensemble à tout moment entre eux via un Cloud en partageant les données qu'ils obtiennent.

Même le Scaf (*Système de combat aérien du futur*) et la cyber frégate de défense et d'intervention (FDI) dotée d'un radar numérique seront intégrés dans ce réseau pour recueillir et envoyer des informations.

Comment fonctionne le programme Scorpion qui va faire du Leclerc un cyber char Minarm. Ce projet de créer un champ de bataille connecté pour faire face aux guerres du futur. Cette numérisation de l'espace de bataille (NEB) a germé chez les ingénieurs de l'armement dès 1999, à une époque où la téléphonie mobile et l'Internet étaient loin de ce qu'ils permettent aujourd'hui. A l'époque, les concepteurs imaginaient déjà un champ de bataille interarmées interconnecté. L'idée est de mieux protéger les unités pour agir plus efficacement en adaptant la riposte en fonction de l'attaque pour mieux maîtriser la force.



Cloud et intelligence artificielle

Le concept vise à créer un intranet mobile et modulable pour partager les informations obtenues sur le terrain par l'ensemble des forces en présence dont chaque élément est équipé de capteurs. Si un danger est détecté, l'information et les données seront partagées en temps réel par tous les autres pour le contourner ou y faire face. Les positions des forces amies sont indiquées en temps réel et les ordres transmis via ce terminal, dont sont équipés aussi bien le poste de commandement que le chef de peloton dans son véhicule.

Et pour éviter les brouillages et les coupures, une intelligence artificielle cherche les réseaux accessibles en permanence pour passer automatiquement d'un nœud à un autre. Et dans le pire des cas, un mode dégradé assurera les liaisons.

Lancé en 2014 avec un budget de 330 millions d'euros dans le cadre de la loi de programmation militaire (LPM) 2019-2025, ce programme concerne 1872 Griffon, 978 Serval, 300 Jaguar, 200 Leclerc et 18 dépanneurs de chars. Ces engins ont été développés par Nexter, Arqus (anciennement Renault Trucks Defense) et Thales. Depuis 2019, ces industriels ont livré à la DGA 452 Griffon et 38 Jaguar.

ANNEXE 9

La France renouvelle ses systèmes de surveillance du ciel

Le ministère des Armées a passé commande à Thales de nouveaux radars et d'un système d'information dans le cadre d'une vaste opération de modernisation des moyens de surveillance du ciel, a annoncé début février 2013 la Direction générale de l'armement (DGA).

Le montant global des deux contrats annoncés dépasse 350 millions d'euros. Ils concernent la modernisation des moyens du Système de commandement et de contrôle des opérations aérospatiales (SCCOA). Ce "système de systèmes", permet de surveiller l'espace aérien français, de coordonner la défense sol-air et de conduire les opérations aériennes sur le territoire national et lors d'opérations extérieures, explique la DGA dans un communiqué. Ce système d'information doit être mis en œuvre en 2026 sur la base de Lyon Mont-Verdun, centre névralgique de la défense aérienne française d'où sont coordonnées les opérations aériennes. La modernisation des systèmes de surveillance de l'espace aérien avait fait l'objet l'an passé d'un contrat de 1,5 milliard d'euros sur dix ans avec Thales pour l'entretien des 700 systèmes différents qui composent le SCCOA.

Le premier notifié le 27 décembre 2022 à la société Thalès pour un montant de 212,8 millions d'euros, et baptisé "Détection 22" (*étape 5 du programme SCCOA*), concerne le renouvellement à partir de 2025 d'une première partie du parc des radars d'approche des bases aériennes et aéronavales qui permettent aux pilotes d'atterrir avec une visibilité nulle, l'achat d'un radar de surveillance basse altitude pour le complexe de tir du Linès-Bégo (*Morbihan*) ainsi que l'acquisition de quatre radars Ground Master 200 (*GM200*) : <https://www.thalesgroup.com/fr/marches/defense-et-securite/forces-aeriennes/protection-lespace-aerien/mid-range-radars/ground> .

Cet équipement, dont la France a annoncé le don d'un exemplaire à l'Ukraine, est un radar de moyenne portée permettant de détecter un aéronef ennemi à 250 kilomètres et de le combattre à 100 km, que celui-ci vole à faible vitesse et basse altitude comme les drones, ou à haute altitude comme les avions de combat. Le contrat, dont le montant s'élève à 212,8 millions d'euros, prévoit également la rénovation ultérieure des radars à longue portée TRAC 2400.

L'armée de l'Air française a donc confié à Thales la maîtrise d'œuvre de l'entretien de tous les systèmes permettant de surveiller le ciel au-dessus de la France, un contrat d'une valeur de 1,5 milliard d'euros sur dix ans, selon des sources concordantes. Ce contrat, baptisé Vassco et notifié le 29 décembre 2022 par la Direction de la maintenance aéronautique (*DMAé*), concerne le soutien de ce Système de commandement et de contrôle des opérations aérospatiales (SCCOA).

Le SCCOA est un "méta-système qui assure la surveillance et le contrôle de l'espace aérien, la coordination de la défense sol-air, la planification, la programmation et la conduite des opérations sur le territoire national ainsi qu'en opérations extérieures", selon le ministère des Armées. Il permet ainsi aux avions de chasse ou hélicoptères d'aller intercepter un aéronef suspect pour la "police du ciel" dévolue à l'armée de l'Air.

Concrètement, Thales est chargé de chapeauter une quinzaine de partenaires pour entretenir les 700 systèmes (*radars de surveillance, systèmes d'informations, réseaux de communication filaires et radio, aides à la navigation et à l'atterrissage*) qui composent le SCCOA. Ces systèmes sont répartis sur 125 sites en métropole et en Outre-mer. Parmi les partenaires figurent notamment CS Group, Hemeria, Airbus, Capgemini mais aussi le service industriel de l'aéronautique, le SIAé.

Le contrat Vassco s'insère dans la politique de "verticalisation des contrats" de l'armée de l'Air, visant à regrouper tous les contrats préexistants dans un contrat unique de maintenance des aéronefs afin d'améliorer leur disponibilité pour les opérations.

« Avant, le ministère organisait via une trentaine de contrats le soutien de ces 700 systèmes, chaque titulaire s'engageant à intervenir dans un délai donné en cas de panne », a expliqué Christophe Salomon, directeur général adjoint de Thales chargé des systèmes terrestres et aériens. « Ce contrat revient à changer complètement de paradigme et à demander à Thales de s'engager sur la disponibilité du système d'ensemble et de toutes ses composantes. A nous de sous-contractualiser auprès de nos partenaires et de mettre en place les moyens qui permettent de garantir la tenue de cette performance-là », a-t-il ajouté.

Il implique donc la mise en place d'une nouvelle organisation logistique avec des entrepôts répartis sur le territoire, d'un système informatique reliant tous ces éléments et partenaires pour faciliter la circulation des informations. Les données collectées au fur et à mesure permettront d'ici trois ans d'avoir suffisamment de recul pour pouvoir anticiper les maintenances nécessaires avant que les pannes ne surviennent.

Rappelons que le système de systèmes SCCOA permet aux Armées, et en particulier à l'Armée de l'air et de l'espace, d'assurer les missions de surveillance et de contrôle de l'espace aérien, de coordination de la défense sol-air, de préparation et de conduite des opérations aériennes, sur le territoire national et en opérations extérieures depuis 30 ans. Il comprend un ensemble de moyens organisés en un tout cohérent : capteurs, principalement radars, centres d'opérations et moyens de transmissions formant un réseau automatisé et interopérable avec nos alliés de l'OTAN.

Quant à l'étape 5 du programme SCCOA, elle vise à renouveler progressivement et de manière incrémentale les moyens du SCCOA en traitant les obsolescences majeures, à s'adapter à l'évolution de la réglementation (*nationale et européenne comme le ciel unique européen*) et à renforcer les capacités et performances opérationnelles en service. Dans ce cadre, le marché "Détection 22" a pour objet d'initier le renouvellement d'une première moitié du parc des radars d'approche des bases aériennes et aéronavales à compter de 2025, de poursuivre la modernisation de la flotte des radars tactiques de surveillance avec la fourniture de radars tactiques mobiles (*acquisition de 4 GM200*) et l'acquisition d'un radar de

surveillance basse altitude au profit du complexe de tir du Linès-Bégo (*Morbihan*). Le marché permettra également de commander ultérieurement, au titre de futurs incréments du programme, la fin de la rénovation des radars haute et moyenne altitude (*TRAC2400*).

Cette étape 5 du programme SCCOA est également marquée par la commande d'un nouveau système de commandement et de conduite des opérations aériennes, l'Air Command and Control System (*ACCS*). Ce système constitutif du SCCOA, développé au sein de l'Alliance, permettra, à terme, une interopérabilité naturelle de la France avec les structures de commandement de l'OTAN. Ce système unique et intégré est capable de gérer en temps réel tous les types d'opération dans la troisième dimension sur le continuum temps de paix-crise-temps de guerre. La France a fait le choix de l'ACCS pour répondre à ses besoins nationaux, et le marché "ACCS MSO France", notifié le 28 décembre 2022 à la société Thales, permet de concrétiser ce choix au travers du déploiement d'un premier centre "C2 ACCS" en remplacement du "C2 national" en 2026 sur le site de Lyon Mont-Verdun pour un montant de 139,8 millions d'euros.



ANNEXE 10

Le ministère des Armées livre des détails sur la commande franco-italienne de 700 missiles ASTER

Information du 30 janvier 2023



Le 27 janvier 2023, le ministre des Armées, Sébastien Lecornu, a rencontré son homologue italien, Guido Crosetto, pour évoquer la coopération militaire entre la France et l'Italie, celle-ci devant s'amplifier dans le cadre du Traité du Quirinal, signé en novembre 2021.

Lors du point presse tenu à l'issue de cet entretien, M. Lecornu a indiqué que la question de l'accroissement des capacités de production de MBDA notamment en matière de défense sol-air avait été évoquée. Puis, dans la foulée, le quotidien L'Opinion a indiqué que la France et l'Italie venaient de décider de commander conjointement 700 missiles de défense aérienne Aster-30 pour le système Sol-Air Moyenne Portée / Terrestre (SAMP/T), fruit d'une coopération entre les deux pays, via le consortium Eurosam (Thales et MBDA). Le tout pour deux milliards d'euros.

L'OCCAr (*organisation conjointe de coopération en matière d'armement*), par délégation de la Direction générale de l'armement (DGA) pour la France et son équivalent italien (SEGREDIFESA), a notifié le 30 décembre 2022 au GIE franco-italien EUROSAM (MBDA et Thales) un contrat pour la production de près de 700 missiles Aster, avancé via un communiqué diffusé par le ministère des Armées le 30 janvier 2023.

Cette commande concerne plusieurs versions de ce missile unique en Europe : Aster 15 et Aster 30 B1 pour les bâtiments de la Marine nationale (*frégates de défense aérienne et porte-avions*), et l'armée de l'air italiennes, ainsi que la dernière version Aster 30 B1NT en cours de développement en coopération franco-italienne au profit de l'armée de l'Air et de l'Espace (SAMP/T Nouvelle Génération) et de l'armée de terre, de la marine et de l'armée de l'air italiennes, a précisé le ministère des Armées.

En outre, cette commande globale va nécessiter des adaptations au niveau de l'ensemble de la chaîne industrielle afin de répondre aux enjeux de l'économie de guerre. D'où les propos sur les capacités industrielles de MBDA, tenus par M. Lecornu.

Quoi qu'il en soit, cet achat de 700 missiles de la famille Aster traduit la volonté de Paris et de Rome de continuer à moderniser et pérenniser leurs capacités terrestres et navales de défense antiaérienne, notamment au travers du programme SAMP/T NG et de la rénovation des frégates Horizon afin de leur intégrer les capacités de l'Aster 30 B1NT.

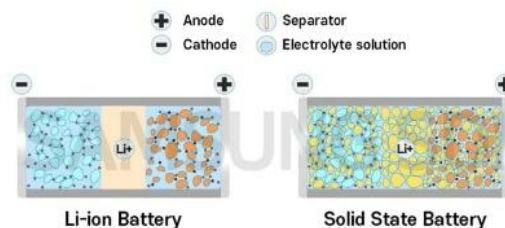
Pour plus de détails sur ces missiles ASTER, consulter le site Web suivant : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Aster>

ANNEXE 11

Révolution pour l'autonomie des voitures électriques

Si les batteries lithium-ion actuelles répondent à de nombreux besoins en matière de mobilité, elles sont loin d'être parfaites. Leur densité énergétique serait améliorable, et le risque d'incendie pourrait disparaître avec les batteries solides. Depuis quelques années, nous entendons fréquemment parler des batteries solides, et de la possible révolution qu'elles apporteraient dans le monde des véhicules électriques.

Dans l'immense majorité des véhicules électriques d'aujourd'hui, des batteries Lithium-ion sont utilisées. Le principe de fonctionnement est le suivant : la batterie lithium-ion est composée de deux électrodes : une anode (*la borne positive*) et une cathode (*la borne négative*) étant chacune dans une solution électrolytique. Un séparateur est situé entre l'anode et la cathode, pour qu'il n'y ait pas de contact entre les deux. Le principe des batteries solides est fondamentalement différent, avec un électrolyte qui n'est plus liquide, mais solide. L'image ci-dessus fournie par Samsung illustre bien le principe. L'électrolyte solide de la batterie solide (*à droite de l'image*), joue également un rôle de séparateur, ce qui permet de ne pas avoir à utiliser de composants supplémentaires pour séparer l'anode de la cathode.



Dans une voiture électrique, le pack de batteries est composé de centaines, voire de milliers de cellules, chacune étant composée d'une anode, d'une cathode, d'une solution électrolytique et d'un séparateur. Afin de transmettre de l'énergie au moteur, et ainsi de faire avancer le véhicule, les ions se déplacent de l'anode à la cathode à travers la solution électrolytique, produisant ainsi de l'électricité.

Avec une batterie solide, le fondement sera similaire, à ceci près que le déplacement des ions ne se fera plus à travers un électrolyte liquide, mais au travers d'un composé inorganique solide. Toute cette théorie sur les batteries solides permet d'ores et déjà d'entrevoir les avantages qu'il y aura par rapport à des batteries lithium-ion classique. A titre indicatif, la cellule lithium-ion de Tesla au format 4680 est ronde, de diamètre 4,6 cm et longue de 8 cm : vous imaginez donc le volume (*sans parler du poids*) de ces batteries composées de centaines, voire de milliers de cellules.

Les batteries lithium-ion d'aujourd'hui présentent des points négatifs qui sont loin d'être négligeables. Parmi les plus importants, on retrouve les aspects de sécurité et plus particulièrement les risques d'incendie. En effet, à cause de l'échauffement de la solution électrolytique lors de la charge et de la décharge des cellules d'une batterie lithium-ion, des incendies peuvent se produire. C'est pourquoi de nombreux mécanismes de sécurité sont implémentés au sein des packs de batterie, mais tout cela prend une précieuse place.

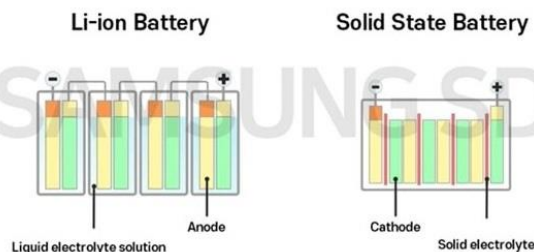
Avec des batteries solides, il n'y a plus besoin de réserver autant d'espace pour des mécanismes de prévention des incendies. La stabilité d'un électrolyte solide étant bien au-dessus de celle d'une solution électrolytique, les gains potentiels en volume qui seront permis grâce aux batteries solides sont porteurs d'espoirs dans le monde des véhicules électriques.

Vous n'êtes pas sans savoir que le défi actuel des véhicules électriques réside dans la possibilité d'atteindre des autonomies comparables à ce que l'on retrouve sur des véhicules thermiques équivalents (*même si Elon Musk pense que cela n'est pas nécessaire*), et cela semble compromis avec les batteries lithium-ion d'aujourd'hui. Toutefois, dans un futur plus ou moins proche, les batteries solides devraient permettre aux véhicules électriques de gagner en autonomie, puisque leur densité énergétique est bien plus élevée.

Pour comparaison, voici schématiquement deux batteries de même capacité : à gauche une batterie lithium-ion, et à droite une batterie solide (*Source : Samsung*)

N'ayant plus de risque d'explosion ou de combustion, les cellules des batteries solides peuvent être assemblées de manière bien plus compacte que celles des batteries lithium-ion. Les batteries solides seraient alors parfaites pour les voitures électriques : dans le même volume et le même poids, il serait possible d'augmenter significativement le nombre de cellules, et ainsi la capacité du pack de batterie.

L'institut de technologie de Samsung a présenté des résultats encourageants en mars 2020, concernant une batterie capable de parcourir 800 km et pouvant être chargée et déchargée 1.000 fois, et qui occupe la moitié du volume d'une batterie Lithium-ion aux propriétés équivalentes. Cela serait une véritable révolution, et on peut ainsi s'imaginer des citadines électriques à l'autonomie dépassant celle des berlines les plus endurantes.



Outre les recherches en laboratoire qui continuent, de nombreux constructeurs se sont déjà positionnés sur les batteries solides, et ont intégré cette technologie au développement de leurs futurs modèles. Nissan a annoncé la mise en route d'une usine destinée à la fabrication de prototypes de batteries solides, dans le but de lancer un véhicule équipé de telles cellules avant la fin de la décennie en cours.

Le groupe nippon est loin d'être le seul à explorer la piste des batteries solides en avance de phase, tant la technologie semble prometteuse. Volkswagen a investi dans la recherche d'applications des batteries solides à sa future gamme de véhicules électriques, tout comme Ford, BMW ou encore Stellantis (*Peugeot, Citroën...*). Pour le moment, leurs implications se limitent à une participation financière destinée à de nombreuses startups du secteur, comme QuantumScape, qui promet pouvoir livrer des batteries solides répondant à toutes les attentes des géants du secteur.

Tous les acteurs du marché qui s'intéressent aux batteries solides voient ainsi cela comme la réponse à la majorité des problématiques actuelles des véhicules électriques. La densité énergétique améliorée assurera des capacités de batterie bien plus importantes, et la sécurité sera considérablement meilleure. En outre, les capacités de charge rapide répondront aux besoins futurs, avec une charge de 10 à 80 % demandant moins de 15 minutes, tout en assurant une meilleure longévité des cellules comparé aux standards actuels.

Si les batteries solides ne semblent pas encore prêtes pour leur production de masse, de nouvelles idées ingénieuses sortent d'ores et déjà des usines de certains constructeurs, comme Volkswagen ou Nio notamment : les batteries semi-solides. Il s'agit là de batteries qui se rapprochent des Lithium-ion par leur conception (*l'électrolyte est toujours liquide*), mais qui n'utilisent pas de liant, permettant ainsi de proposer une densité énergétique bien meilleure.

Le constructeur chinois Nio semble avoir pris une longueur d'avance sur les autres acteurs, avec un projet de batterie semi-solide pour équiper son ET7 d'un pack de 150 kWh lui assurant de parcourir plus de 1.000 km en une seule charge. D'après les dernières informations, la production de la "Nio ET7" est en cours, en faisant ainsi le premier véhicule de série embarquant des batteries semi-solides.

L'autre géant chinois Gotion High Tech quant à lui a annoncé pouvoir installer un pack de 160 kWh dans une voiture, ce qui permettrait d'atteindre également les 1.000 kilomètres d'autonomie, se rapprochant alors du graal de la voiture électrique en termes de rayon d'action.

Mis à part la "Nio ET7" qui voit actuellement le jour, l'arrivée des batteries solides dans la production de masse de véhicules électriques ne paraît toutefois pas pour tout de suite.

Les recherches montrent qu'il y a beaucoup de potentiel pour faire des batteries solides, la prochaine révolution au cœur des véhicules électriques de demain, mais sa mise au point pour en faire un produit économiquement viable reste encore à faire.

Il est encore beaucoup plus cher de produire une batterie solide de capacité équivalente à une batterie Lithium-ion, ce qui explique que les constructeurs ne puissent pas les utiliser à ce jour. Que ce soit pour solidifier l'électrolyte ou pour fabriquer les cellules de batteries solides, les processus d'industrialisation restent encore à être mis au point.

Ainsi, si sur le papier les progrès permis par les batteries solides sont alléchants et nous permettront de corriger certains points négatifs des véhicules électriques d'aujourd'hui, ce n'est pas une révolution qui devrait arriver avant la fin de la décennie en cours, tant l'exploitation des batteries lithium-ion reste moins onéreuse et d'ores et déjà très rentable.

Pour enfin se rapprocher de la voiture électrique parfaite, les batteries solides semblent une étape nécessaire. On ne compte plus les annonces de pick-ups électriques notamment, qui bénéficieront énormément des avantages des batteries solides, tant il leur faudra de grosses capacités de batterie.

Entre une autonomie conséquente et des vitesses de recharge qui dépassent aisément celles que l'on connaît aujourd'hui (*on parle de plus de 300 kW de puissance maximale pour les batteries solides*), le remplacement des batteries lithium-ion pourrait permettre aux derniers réticents au passage à l'électrique d'être convaincus. Même si le conducteur lambda n'a d'ailleurs pas forcément besoin d'une autonomie avoisinant les 1.000 km comme le dit Elon Musk.

En outre, à l'horizon 2030, les études de Nissan affirment que le coût du kilowattheure produit à l'aide des batteries solides sera tellement bas qu'il permettra aux véhicules électriques d'être au même niveau de prix que leur équivalent thermique, ce qui n'est bien entendu toujours pas le cas aujourd'hui.

Le saut technologique tant attendu pourrait cependant arriver avec l'anode lithium-métal dans les batteries solides, qui est prévue pour être mature d'ici la fin de la décennie en cours. D'après les derniers rapports sur le sujet, on pourrait améliorer la densité énergétique de 40 % avec cette anode dans une batterie solide, par rapport à une anode silicium-graphite, qui est actuellement utilisée dans les prototypes de batteries solides. Il faut toutefois tempérer les espoirs, car les projections sur cette anode lithium-métal ne prévoient pas de disponibilité en masse : comptez uniquement 70.000 véhicules équipés de batterie solide avec anode lithium-métal à l'horizon 2030 dans le meilleur des cas, selon "Benchmark Mineral Intelligence".

[La voiture électrique est-elle un véhicule propre ?](#) : Cliquer sur ce lien bleu pour en savoir plus.

Les réticents à sauter le pas vers l'électrique ont bien souvent beaucoup d'arguments en défaveur des véhicules proposés aujourd'hui.

La voiture électrique parfaite n'existe toujours pas, et il faut bien avouer qu'il y a des concessions à faire par rapport à un véhicule thermique. Que ce soit sur la gestion des grands trajets, sur l'accessibilité aux points de charge ou encore sur les



tarifs, il reste du travail à accomplir avant d'arriver à une expérience se rapprochant de ce que la majorité des automobilistes connaissent.

Toutefois, certaines idées reçues ne sont plus d'actualité et il est important de les nuancer. Nous allons donc passer en revue les plus gros points négatifs de la voiture électrique qui sont généralement mis en avant, et déterminer si ce ne sont que de simples préjugés, ou bien s'il y a tout de même une grande part de vérité.

C'est un grand classique que l'on entend et lit à tort et à travers : les véhicules électriques, c'est bien pour la ville, mais cela s'arrête là. S'il est vrai que durant de nombreuses années, les véhicules qui avaient le plus d'autonomie ne permettaient guère de faire plus de 150 kilomètres sereinement, en 2023 le paysage est fondamentalement différent.

Un véhicule électrique moyen aujourd'hui emporte une batterie d'au moins 45 kilowattheures, ce qui permet d'effectuer 250 kilomètres sans problème. Les modèles les plus populaires en France en 2021 étaient tous dotés de batteries de plus de 50 kilowattheures : la Tesla Model 3, la Renault Zoé et la Peugeot E-208... En cycle WLTP (*pour Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure*), leur autonomie est respectivement annoncée à 510 kilomètres, 395 kilomètres et 362 kilomètres. S'il est vrai qu'en conditions réelles, il faut plutôt considérer un tiers de moins comparé à l'estimation du cycle, cela donne un rayon d'action compris entre 250 et 360 kilomètres.

La majorité des Français parcourt moins de 500 kilomètres pour se rendre sur le lieu de vacances et il semble ainsi fort possible de faire ce trajet d'une traite avec certaines voitures électriques. De nombreuses références affichent d'ailleurs une autonomie suffisante pour parcourir jusqu'à 400 kilomètres d'une traite, mais dans certains cas il sera tout de même nécessaire de recharger pour arriver à destination, ce qui devient de plus en plus aisé.

De nombreux opérateurs de recharge rapide sont aujourd'hui présents sur l'ensemble du territoire européen, et les aires de services sur autoroute reçoivent des points de charge très haute puissance (*jusqu'à 350 kW*) permettant de récupérer jusqu'à 200 kilomètres d'autonomie en une quinzaine de minutes. Bien entendu, celles et ceux qui ont pour habitude de rester au volant pendant six heures et arriver à destination sans la moindre pause devront revoir leurs habitudes, mais avec un minimum de planification, les grands trajets en électrique sont d'ores et déjà une réalité.

Autre cliché qui persiste depuis de nombreuses années : trouver un point de charge, mission impossible, alors que l'on trouve des stations essence très facilement. Cette idée reçue est de plus en plus erronée, sachant que le nombre de stations-service distribuant du carburant n'a de cesse de diminuer en France depuis quarante ans. On n'en dénombrait en 2018 plus que 11.000, là où lors de son dernier baromètre national des infrastructures de recharge ouvertes au public, l'Avere (*association nationale pour le développement de la mobilité électrique créée en 1978*) recensait 22.870 stations de recharge en France.

Dès aujourd'hui, il y a donc plus du double de stations de recharge pour véhicules électriques que de stations essences sur le territoire national et le nombre de points de recharge disponible était de 57.732 en avril 2022. Ce chiffre a fortement augmenté dans les douze derniers mois, avec une évolution de 54 % selon le ministère de la transition écologique.

Sur ces plus de 57.000 points de charge, 40 % étaient implantés dans des parkings publics, 30 % sur la voirie, 27 % dans des centres commerciaux, et 3 % en entreprise. La très grosse majorité de ces points de charge sont destinés à de la charge lente en courant alternatif, lorsque seuls 8 % des bornes installées offrent de la charge rapide.

De nombreuses applications permettent de trouver un point de charge en France. Bien qu'elle s'améliore, la situation de la recharge publique n'est pas totalement résolue pour autant. Il est vrai que les stations disponibles ne sont pas forcément toujours en état de marche, et que certaines requièrent un badge spécifique pour fonctionner.

Le futur devrait cependant être encore meilleur, avec certains gros acteurs de la grande distribution qui souhaitent massivement planter des bornes de recharge dans les années qui arrivent. Nous pouvons également souligner l'ouverture progressive des Super-chargeurs Tesla à l'ensemble des véhicules électriques, ce qui permettra à terme d'ajouter une centaine de stations supplémentaires réparties sur le territoire métropolitain, offrant plus de 1.000 points de charge rapide.

C'est un fait, une voiture électrique est bien plus longue à recharger comparée au temps nécessaire pour faire un plein d'essence. D'un côté, en quelques minutes tout au plus, il est possible de reprendre la route pour des centaines de kilomètres, et de l'autre, c'est sans aucun doute bien plus long.

Il convient toutefois de distinguer la charge lente, bien souvent à domicile ou au travail, de la charge rapide nécessaire en grands trajets. En effet, bien qu'il soit très long de recharger une voiture électrique sur une prise domestique (*autour de 20 à 40 heures pour faire une recharge complète*), cela ne pose, au quotidien, pas le moindre problème.

Sans équipement spécifique, il est bien entendu possible de recharger une voiture électrique sur une prise domestique. Dans de nombreux cas, le câble permettant ce mode de recharge est d'ailleurs inclus avec le véhicule. Si l'on considère un cas classique où la voiture est en charge en heures creuses, la nuit, ce sera entre 60 et 100 kilomètres d'autonomie qui pourront être récupérés. Ainsi, pour les personnes qui n'effectuent pas plus de 100 kilomètres au quotidien, une voiture électrique n'apporte aucune contrainte s'il y a une prise de courant à proximité du lieu de stationnement.

Pour les électromobilistes ayant des besoins plus importants en recharge, il est conseillé d'installer une borne de recharge à domicile, ou "wallbox", permettant de récupérer l'intégralité de la batterie en six heures environ. Dans ces cas-là, même avec des besoins quotidiens dépassant la centaine de kilomètres, vous pourrez vous déplacer en toute quiétude.

Dans le cas des grands trajets, il est certain que la comparaison avec un véhicule thermique sera en défaveur de l'électrique en ce qui concerne la durée totale du voyage. La majorité des voitures électriques d'aujourd'hui proposent une recharge rapide en courant continu, leur permettant de passer de 20 à 80 % de batterie en une trentaine de minutes environ. Certains modèles, à l'instar de la Hyundai Ioniq 5 ou de la Kia EV6, récupère même 70 % de batterie en moins de 18 minutes, ce qui rassurera les plus inquiets sur le point de la durée de la charge.

L'argument du prix est, à ce jour, celui qui reste le plus sensé. Il est vrai que les tarifs des véhicules électriques restent très élevés en comparaison à un véhicule thermique équivalent. Parmi les références les plus populaires, nous pouvons prendre l'exemple de la Peugeot e-208, qui affiche un tarif en entrée de gamme de 33.950 euros (*sans aide de l'État*) contre 17.500 euros pour la version thermique d'entrée de gamme de la Peugeot 208.

Même en prenant un niveau de finition similaire, la version Essence démarre à 19.200 euros, soit 14.750 euros de moins que son homologue électrique. Bien qu'il faille effectivement compter sur des économies substantielles à l'utilisation en faveur de l'électrique, qui permet un coût aux 100 kilomètres situé sous les 3 euros, contre près de 9 euros pour un véhicule thermique, la différence de prix affichée à l'achat est considérable.

Fort heureusement, il existe aujourd'hui des incitations à l'achat, sous la forme d'un bonus écologique qui peut atteindre 6.000 euros, et certaines aides complémentaires peuvent s'ajouter à cela selon votre situation et votre lieu de résidence. Dans certains cas, ce ne sont pas moins de 11.000 euros qu'il faut retrancher du prix catalogue affiché, ce qui peut amener à reconsidérer la chose.

La moins chère des voitures électriques, la Dacia Spring, débute tout de même à plus de 12.000 euros en incluant le bonus écologique, ce qui est loin d'être une somme négligeable pour beaucoup. Certaines offres de location longue durée associées à la prime à la conversion permettent de rouler en véhicule électrique pour moins de 100 euros par mois toutefois, rendant le coût global inférieur à un véhicule thermique équivalent.

Le marché d'occasion commence lui aussi à être de plus en plus fourni et offre des possibilités pour rouler en électrique à un coût plus raisonnable, mais des efforts doivent encore être faits par les constructeurs pour proposer une offre se rapprochant du coût d'acquisition d'un véhicule thermique, qui reste encore bien inférieur à celui d'une voiture électrique.



Le géant chinois CATL (*Contemporary Amperex Technology Co., Limited*), premier producteur mondial de batteries pour voitures électriques, devrait produire en masse ses premières batteries au sodium dans le courant de l'année 2023. CATL semble donc avoir la solution avec des batteries à base de sodium.

Rappelons que les conditions d'exploitation du lithium peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement, notamment à cause d'un approvisionnement en eau nécessaire pour les mines de lithium.

L'autre problématique du lithium, c'est le risque de pénurie dans les années à venir.



CATL avait annoncé il y a de cela plusieurs mois travailler sur des batteries sodium-ion en laboratoire, avec une promesse pour le futur qui intéressera tous les futurs acquéreurs de véhicules électriques : des batteries bien moins onéreuses.

Dès lors, les alternatives au lithium, telles que les batteries sodium-ion, seront industrialisées par CATL dans le courant de l'année 2023. Cela signifie que les premiers véhicules équipés de telles

batteries arriveraient sur les routes à l'aube de 2024, avec les avantages et les inconvénients que cela apporte.

Outre ces batteries sodium-ion, la batterie Qilin de CATL sera produite en masse au premier trimestre 2023, et cette dernière promet des recharges en un clin d'œil et une autonomie qui dépasse allègrement celle des batteries actuelles : 1.000 km d'autonomie et une recharge en 10 minutes. C'est cette batterie qu'on retrouve dans la "Zeekr 001" de Geely.

Comme nous l'avons vu, certains arguments contre la mobilité électrique n'ont plus lieu d'être de nos jours. Les grands trajets sont possibles, quitte à planifier son itinéraire avant le départ, et les stations de charge sont de plus en plus présentes sur tout le territoire.

Pour les personnes ayant une prise de courant dans leur garage ou au parking du lieu de travail, rouler en électrique ne posera sans doute aucune contrainte au quotidien. Toutefois, il reste des efforts à faire sur certains points, à commencer par le tarif qui reste aujourd'hui bien au-delà du prix d'un véhicule thermique équivalent. La recharge rapide reste également un point d'amélioration possible, promis avec l'arrivée de nouvelles technologies de batterie toujours plus performantes.

Il conviendra de garder un œil sur les évolutions dans les années à venir pour vérifier si les points négatifs d'aujourd'hui seront corrigés ou non, mais quoi qu'il en soit, rouler en véhicule électrique semble séduire de plus en plus de monde, comme en témoignent les chiffres de vente qui continuent d'atteindre des nouveaux records.

A quoi s'attendre ? On avait jusqu'à présent du mal à y croire, et pourtant, voilà que c'est désormais acté : la vente de voitures thermiques sera officiellement interdite à partir de 2040. Cette mesure, évoquée à de nombreuses reprises sans avoir jamais été confirmée, a été votée par l'Assemblée Nationale. Les députés ont approuvé à l'unanimité la fin de la vente de véhicules à carburants fossiles, puisque ce texte issu du projet de Loi d'Orientation des Mobilités a été adopté à 62 voix pour, contre 6 et 17 abstentions.

Maintenant, qu'en est-il pour les autres gros consommateurs de carburants fossiles tels que l'aviation et l'espace (civile et militaire), les gros véhicules terrestres (camions, engins militaires comme les chars...), la pétrochimie... ? Là, nous sommes face à de gros besoins énergétiques, de problèmes de surpoids et de volumes à résoudre, de ravitaillement et de distribution en énergie... **Les carburants fossiles ont encore de beaux jours à vivre sur cette planète Terre.**

ANNEXE 12

Vous avez dit "sous-marin" ?

Qu'est-ce qu'un sous-marin, et qu'elle est son histoire, son usage... ???

Au ^{xx}e siècle, plus de 5.800 sous-marins militaires ont été construits, dont 1.109 par la Russie / URSS, soit 19 %.

Au 2 mars 2010, un site spécialisé américain recensait 353 sous-marins militaires (*hors sous-marins de poche*) en service totalisant 1.669.118 tonnes et 97 autres en construction ou en commande totalisant 403.000 tonnes dans 39 marines de guerre.

Depuis 1945, les équilibres géostratégiques entre puissances de rang ou à vocation mondiale sont structurés par la dissuasion nucléaire. Elle a gelé depuis 75 ans tout affrontement militaire direct entre elles, au risque d'une destruction complète de l'humanité. Un phénomène géo-historique inédit par rapport au premier ^{XX}e siècle qui connut deux guerres mondiales dévastatrices. Depuis la fin de la "Guerre froide", le "face à face" États-Unis/URSS a fait place à une architecture mondiale de plus en plus polycentrique dans un monde plus instable et conflictuel.

Le nucléaire demeurant la pierre angulaire des rapports de forces mondiaux, il convient de s'intéresser comme géographes aux forces nucléaires stratégiques sous-marines. *La géographie ça sert d'abord à faire la guerre* », ou la paix d'ailleurs, même armée. Et il n'y a rien de plus géographique que la mise en œuvre et le déploiement des SNLE, le Sous-Marin Lanceur d'Engins (*balistiques*), ou pour le sigle anglo-saxon le SSBN (*Sub Surface Nuclear Balistic*). Et il n'y a pas meilleures praticiennes d'une géographie océanique que les sous-marines.

Un sous-marin est un navire submersible capable de se déplacer soit en surface, soit sous l'eau. Il se distingue ainsi des autres bateaux et navires qui se déplacent uniquement à la surface, et des bathyscaphes qui se déplacent principalement selon l'axe vertical.

La plupart des sous-marins sont des navires de guerre. L'usage civil du sous-marin concerne, pour l'essentiel, la recherche océanographique et l'exploitation pétrolière ; son emploi à des fins touristiques ou de transport commercial reste anecdotique. Confronté aux problématiques de l'absence d'apports externe d'air à l'immersion, il a suscité l'emploi d'innovations propulsives, malgré leur coût ; par exemple la propulsion nucléaire. Ces nouveaux modes de propulsion ont permis des avancées sans précédent de puissance et d'énergie disponibles, tout en améliorant la furtivité. D'autres thématiques essentielles contribuent au caractère spécialisé de ce moyen de déplacement, comme la réception d'informations visuelles quasi nulle (*en phases discrètes d'opérations militaires*) et les échanges limités d'informations avec l'extérieur, y compris un commandement supérieur.

La production d'énergie nucléaire ne nécessitant aucun apport d'oxygène et n'émettant pas de CO₂, le sous-marin à propulsion nucléaire n'a pas besoin de remonter régulièrement à la surface. La propulsion nucléaire lui confère des avantages décisifs en termes d'autonomie et de discrétion. Elle réduit sa vulnérabilité. La capacité énergétique de l'uranium permet d'embarquer de très grandes quantités d'énergie dans un encombrement très faible : 1 g d'uranium 235 permet de produire plus d'énergie qu'une tonne d'hydrocarbures. L'autonomie du sous-marin à propulsion nucléaire est presque illimitée. L'énergie nucléaire permet de maintenir durablement et en toute discrétion une vitesse élevée de navigation : les avantages opérationnels de la propulsion nucléaire sont déterminants.

L'immersion maximale d'un sous-marin militaire est de quelques centaines de mètres. D'une centaine de mètres pendant la Seconde Guerre mondiale, elle est passée à environ 300 - 400 mètres pour la plupart des sous-marins actuels. Dans le domaine militaire, ces performances de plongée sont classifiées, au même titre que la forme des hélices ou la signature acoustique du navire, pour des raisons de protection. Les sous-marins étant généralement conçus avec des matériaux et des épaisseurs de coques proches, leur immersion maximale se situe entre 200 m, pour les plus petits sous-marins diesel à plus de 400 m pour les SNLE les plus imposants. Le record dans le domaine est attribué au K-278 Komsomolets, à 1.027 m. Celui-ci est un sous-marin principalement expérimental, conçu entre autres pour ce genre de records ; une telle immersion n'est aucunement praticable en patrouille courante. Elle atteint plusieurs milliers de mètres pour les sous-marins de recherche océanographique et peut atteindre le fond de la fosse des Mariannes (-10.916 m) pour les bathyscaphes, dont c'est la principale caractéristique.

Le domaine militaire vit un bouillonnement technologique international, une concurrence intense, liées à l'adaptation au sous-marin des révolutions énergétiques récentes, avec des dispositifs dépourvus d'air atmosphérique : batteries plus performantes, piles à combustible, oxygène liquide, réserves d'hydrogène, par exemples. Ces évolutions se concrétisent par des sous-marins anaérobies. Avec l'exemple français des contrats d'exportation des Classe Scorpène. Le coût élevé de la technologie propulsive nucléaire limite son usage à un cercle restreint de nations ; les technologies récentes sont accessibles à un plus grand nombre. Le format, la compacité, l'autonomie de navigation sans "repandre la vue" sont nettement améliorés. Les phases de navigation proches de la surface (*au périscope et schnorchel*) sont indiscretées, altérant brutalement la furtivité des sous-marins. Ce développement technique entraîne des bouleversements. Pour n'en citer qu'un : ces nouveaux sous-marins militaires présentent des signatures thermiques et acoustiques très atténuées (*ceux à propulsion*



nucléaire même à très faible vitesse sont technologiquement bruyants par le refroidissement du cœur). Ces nouveaux sous-marins constituent pour ceux, antérieurs, chargés de la dissuasion nucléaire, une nouvelle menace forte.

Qu'elle est l'histoire du sous-marin ?

En 1624, le scientifique hollandais Cornelis Drebbel essaie avec succès une série d'embarcations semi-submersibles, apparentées au concept de cloche de plongée, dans la Tamise, en réponse à une commande du roi Jacques I^{er} d'Angleterre.

En 1641, Jean Barrié lance à Saint-Malo le "XVII", selon des plans du père Mersenne. Vaisseau métallique à avirons, il embarque jusqu'à quatre personnes et est équipé d'un sas en cuir afin de faciliter son but premier : la chasse aux épaves.

En 1690, à Marbourg en Allemagne, le Français Denis Papin élabore deux prototypes. Le premier modèle, semi-submersible est détruit par accident en tombant d'une grue, juste avant sa mise à l'eau. Vers 1692, un deuxième modèle est construit qui y apporte plusieurs améliorations : la coque en forme de tonneau, résiste naturellement à la pression de l'eau, et ne nécessite pas l'emploi d'air comprimé. Une pompe à eau permet de faire entrer, ou sortir, le "lest" (*l'eau environnante*), pour plonger ou refaire surface. La profondeur de plongée s'évalue grâce à un baromètre qui mesure la pression de l'eau à l'extérieur. Ce submersible avance déjà des prétentions militaires.

En 1775, l'Américain David Bushnell met au point un prototype appelé "Turtle" (*ou en français "bateau-tortue"*) construit entièrement en bois. Pour avancer, le pilote, seul à bord, tourne une manivelle actionnant une hélice. Pour plonger, il ouvre des vannes pour remplir les ballasts. Pour remonter, il en évacue l'eau à l'aide d'une pompe.

En 1797, l'ingénieur américain Robert Fulton construit le "Nautilus", en acier recouvert de cuivre. Long de 6,50 m, il est propulsé par une hélice actionnée à la main par les trois membres d'équipage. Il est équipé d'une charge explosive qu'il fixe sous les navires ennemis et déclenche à distance. Fulton propose son invention à la France, puis à la Grande-Bretagne qui la refusent tour à tour.

En 1811, le "Nautilé" sous-marin des frères Coëssin, construit en bois et propulsé par quatre rameurs, est assemblé et testé au Havre. Ses nombreux défauts font abandonner le projet.

En août 1832, Brutus de Villeroi essaie un submersible avec coque en acier et de 3,20 m de long en baie de Noirmoutier.

En 1844, après avoir inventé une cloche de plongée équipée d'un système de purification de l'air dans un milieu hermétiquement clos, le docteur français Prosper-Antoine Payerne (1806-1886) conçoit le premier sous-marin complet, avec un système capable de régénérer l'air. Baptisé le "Belledonne", il est conçu avec des tôles de 7 millimètres d'épaisseur et doté d'un gros moteur à hélices. Sa forme se rapproche de celle d'un œuf, il mesure 9 mètres de long, 2,80 mètres de large et pèse près de 10 tonnes. En 1846, les premiers essais du sous-marin sont réalisés dans la Seine devant 20.000 personnes. Par la suite, ce sous-marin est utilisé pour la réalisation de travaux portuaires.

Le 28 juin 1856, en Espagne, Narcís Monturiol i Estarriol plonge dans le port de Barcelone pour effectuer les premiers essais de l' "Ictíneo I", engin qu'il a conçu et fabriqué.

En France, le vice-amiral Siméon Bourgois et l'ingénieur Charles Brun mettent au point en 1863 le "Plongeur", premier sous-marin propulsé par un moteur à air comprimé. Long de 42,50 m, il déplace 420 tonnes et embarque sept membres d'équipage. Son autonomie et sa vitesse restent limitées, son plus grave défaut étant sa forte instabilité.

Le 17 février 1864, pendant la guerre de Sécession, le "CSS H. L. Hunley", un sous-marin confédéré propulsé par une hélice manuelle, devient le premier sous-marin à couler un navire ennemi en l'éperonnant pour y fixer une charge explosive déclenchée par un filin à distance de sécurité, le "USS Housatonic", au large de Charleston ; il disparaît en mer sans pouvoir regagner la côte, coulé au moment où il éperonnait un navire, sa charge ayant explosé.

En 1884, le Polonais Stefan Drzewiecki conçoit le premier sous-marin à propulsion électrique, autonome pendant une longue durée.

Le premier sous-marin opérationnel à usage militaire est le "sous-marin Peral", conçu et présenté à l'Armada espagnole en 1885 par l'ingénieur militaire espagnol Isaac Peral y Caballero. Il est mis à flot le 8 septembre 1888. Mesurant 22 mètres de longueur pour un poids de 85 t, il pouvait accueillir un équipage de 12 hommes. La profondeur de plongée était de 80 m, pour une vitesse de 8 nœuds, 10 en surface. Propulsé par un double moteur électrique de 30 CV, il avait une autonomie d'environ 500 km / 65 heures. L'armement était constitué d'un lance-torpilles (*capacité de trois torpilles*). Les essais d'attaques de nuit furent couronnés de succès, ce qui ne fut pas le cas des essais en plein jour, le sous-marin se révélant facilement détectable. Le projet fut abandonné en 1892, les nouvelles autorités militaires ne croyant pas au concept. Laisse à l'abandon, il est récupéré et restauré en 1929 et est toujours visible à Carthagène (*Espagne*).

Le premier sous-marin opérationnel est le "Gymnote" de 1887, construit par les Français Henri Dupuy de Lôme et Gustave Zédé. Long de 17,80 m, large de 1,80, tirant d'eau 1,67 m à 28,362 Tonnes de déplacement en surface pour 31,166 en plongée, il est propulsé par un moteur électrique de 50 chevaux, atteint six nœuds en surface, 3,9 en plongée. Il est manœuvré par un équipage de cinq à sept hommes. Il est armé de deux torpilles et son rayon d'action est de 54 milles (*en surface, mais seulement le tiers en plongée*).

Devant de fortes oppositions administratives et hiérarchiques, les lieutenants de vaisseau Baudry Lacantinerie, Darrieus, Daveluy, Violette, entre autres, y mettent au point les premiers périscopes, compas gyroscopiques et autres équipements.

En 1899, les deux sous-marins militaires français, successeurs du "Gustave-Zédé", "Le Français" et "l'Algérien", sont construits grâce aux fonds récoltés par une souscription nationale organisée par le journal Le Matin.

À la fin du XIX^e siècle, le perfectionnement de la torpille conduit au développement des torpilleurs puis, en réaction, des contre-torpilleurs, alors que les sous-marins restent difficiles à détecter et à détruire. Arrive le **submersible** : un torpilleur, assez marin pour naviguer en surface, en haute mer à distance importante de sa base et qui plonge pour le combat.

En 1904, l'ingénieur français Maxime Laubeuf construit le "Narval", équipé d'un périscopie et de ballasts externes, il obtient la faveur de la marine de l'époque. C'est le premier sous-marin équipé d'une propulsion mixte : machine à

vapeur en surface, moteur électrique en plongée. Tous les modèles ultérieurs suivront cette conception fondamentale, jusqu'aux sous-marins nucléaires.

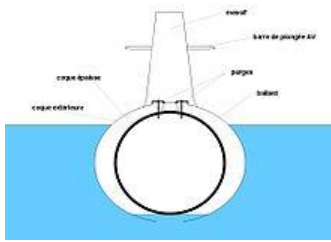
De 1914 à 1918, les sous-marins fonctionnant grâce à une propulsion Diesel-électrique peuvent être engagés en grand nombre durant la guerre. Une batterie d'accumulateurs alimente un moteur électrique de propulsion. Les batteries sont rechargées par une génératrice entraînée par un moteur diesel, utilisable en surface. En 1944, les Allemands améliorent le schnorchel (*invention hollandaise*), un tube à air qui permet aux "U-Boote" d'utiliser leurs moteurs diesel à faible profondeur d'immersion, évitant ainsi de venir en surface où ils sont vulnérables.

À partir des années 1950, la propulsion nucléaire apparaît à bord des sous-marins, à la suite de l'USS "Nautilus" de 1954. Le réacteur nucléaire, source d'énergie indépendante de l'atmosphère terrestre, permet aux sous-marins de naviguer en permanence sous l'eau, fonction essentielle du sous-marin.

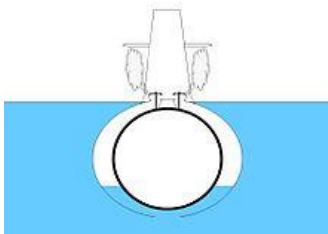
Fonctionnement du sous-marin

Le sous-marin obéit à deux grands principes, le principe d'Archimède et le principe de Pascal qui s'appliquent à tout corps immergé.

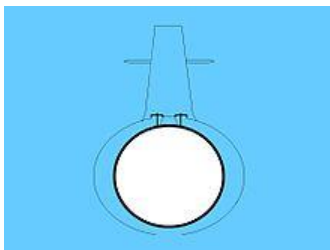
Principe d'Archimède



Sous-marin en surface. Les purges sont fermées, les ballasts pleins d'air.



Plongée du sous-marin. Les purges sont ouvertes, les ballasts se remplissent d'eau et se vident de leur air.



Sous-marin en plongée. Les purges ont été refermées, les ballasts sont pleins d'eau.

Si le poids du navire est inférieur au poids du volume d'eau du volume immergé, il flotte. Si le poids du sous-marin est supérieur au poids du volume d'eau : il coule. Le sous-marin, pour plonger, remplit entièrement d'eau des ballasts pour que son poids soit à peu près égal à la poussée d'Archimède et affine ensuite son poids aux moyens de caisses de réglage (*régleurs*), lors d'une opération dite de "pesée". En plongée, le sous-marin est dans l'eau comme un aérostat dans l'air ; il flotte entre deux eaux. C'est pourquoi, à la conception, le poids du sous-marin est étudié avec précision pour définir le volume des ballasts. Une expérience de pesée est effectuée pour valider l'équilibre entre le poids et la poussée en gîte et en assiette nuls, en plongée statique pour valider les calculs de volumes et de masse, ainsi que le module de stabilité : distance entre le centre de gravité et le centre de volume. De préférence le centre de gravité est en dessous du centre de volume pour éviter que le massif ne serve de quille. Le volume des régleurs permet d'obtenir l'égalité entre le poids, variable en fonction de ses approvisionnements, et la poussée, également variable selon la densité de l'eau de mer. Cette égalité est donc obtenue dans certaines limites de poids (*celui des approvisionnements en vivres et en combustibles*) pouvant être embarqués et de la densité de l'eau de mer, limites qui définissent le programme du sous-marin, c'est-à-dire son autonomie et les zones où il peut naviguer.

Pour se déplacer dans le plan vertical (*changer d'immersion*), le sous-marin utilise sa propulsion et l'effet de la vitesse des filets d'eau sur ses barres de plongée.

Principe de Pascal

Sur la surface d'un corps immergé, s'exerce une pression, en bars, perpendiculaire à cette surface, dirigée vers l'intérieur et égale au nombre de dizaines de mètres d'immersion. Cette relation n'est valable que sur terre (*gravité terrestre*).

La coque du sous-marin est donc soumise à une pression croissante avec l'immersion qui tend à écraser la coque. Une coque épaisse, de forme générale cylindrique, résiste à cette pression et abrite personnel et matériel. Cette coque est construite en acier résistant et à très haute élasticité (*capacité de la coque comprimée à revenir à son état initial*). Son épaisseur est fonction de l'immersion maximale prévue ; il faut approximativement augmenter l'épaisseur de 10 mm pour gagner 100 m d'immersion.

Architecture et équipements du sous-marin

Compte tenu des considérations précédentes, les sous-marins possèdent :

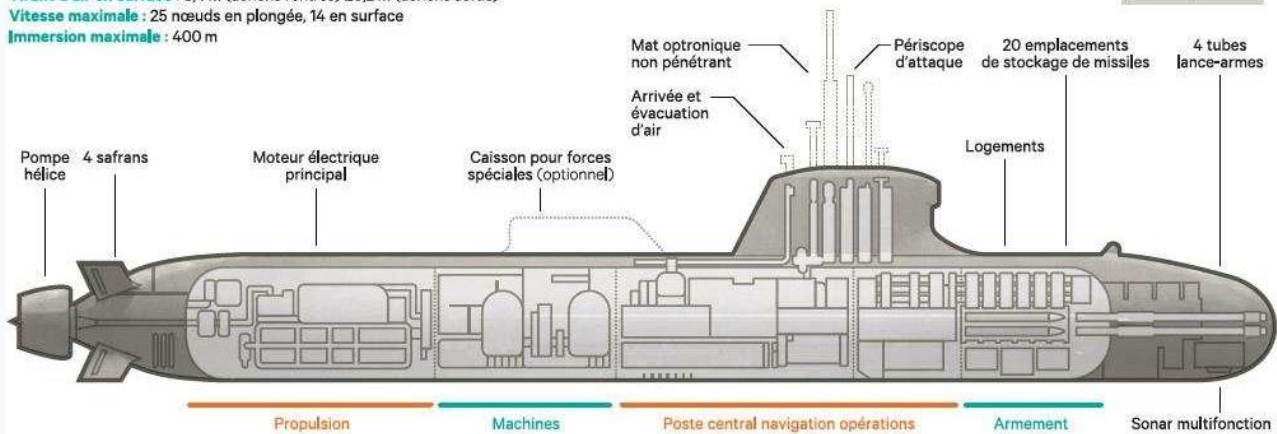
- Une coque intérieure, épaisse ;
- Une coque extérieure mince qui assure l'hydrodynamisme (*faculté physique à se déplacer rapidement dans l'eau*) en intégrant ballasts, soutes extérieures, les antennes des senseurs, les panneaux et les sas d'accès à bord. La forme idéale pour les sous-marins est celle de la goutte d'eau ;
- Des ballasts situés entre les deux coques et dont le remplissage ou la vidange permet la prise de plongée (*ouverture des purges pour faire pénétrer l'eau dans le ballast*) et le retour en surface (*en chassant de l'air comprimé pour les vider*). Pour les sous-marins modernes, les ballasts sont situés à l'avant et à l'arrière ;
- Des régleurs, situés au centre du sous-marin, remplis plus ou moins d'eau (*admission d'eau par pression, vidange par pompe ou en secours par chasse à air*) pour ajuster son poids à la poussée d'Archimède ;
- Des barres de plongée, pour faire varier l'immersion, généralement une paire à l'arrière et une à l'avant ou sur le massif. Sur certains sous-marins, les barres de plongée arrière sont couplées aux safrans de la barre de direction et disposées en croix de Saint-André. Sur certains SNLE elles sont rétractables, pour traverser la banquise ;
- Un lest largable de sécurité qui pourrait permettre à un sous-marin accidentellement alourdi par une voie d'eau de remonter en surface ;
- Une réserve d'air comprimé, complétée par des compresseurs d'air, pour chasser l'eau des ballasts et faire surface.



Le sous-marin français classe « Suffren » du programme Barracuda

Déplacement : 3.500 t en surface, 4.600 t en plongée
Equipage : 60 membres (dont 8 officiers)
Diamètre : 8,8 m
Tirant d'air en surface : 8,4 m (aériens rentrés) 20,2 m (aériens sortis)
Vitesse maximale : 25 nœuds en plongée, 14 en surface
Immersion maximale : 400 m

Longueur : 97 m
l'équivalent d'un terrain de football



Ils disposent également :

- De caisses d'assiette, à l'avant et à l'arrière, permettant de régler leur équilibre longitudinal (*répartition longitudinale des poids à bord*), en faisant passer de l'eau de l'avant à l'arrière et réciproquement ;
- D'un massif, partie intégrante de la coque extérieure et abritant l'ensemble des mâts périscopiques hissables (*périscope, antennes diverses et tube d'air*) et permettant d'assurer la veille et la navigation en surface ;

SNA français Casabianca : vue du massif avec antenne radar et périscope hissés. On distingue également la tête du tube d'air (*schnorchel*) et la barre de plongée avant bâbord.



- D'une propulsion par moteurs électriques, dans la plupart des cas, sauf pour certains sous-marins nucléaires qui utilisent directement des turbines à vapeur comme moteurs de propulsion (*ces derniers peuvent également posséder des moteurs électriques de secours*) ;
- D'une hélice, possédant généralement de nombreuses pales de grande taille ;
- Une source d'énergie :
 - Soit des accumulateurs électriques rechargés par des génératrices couplées à des moteurs diesels ou à des dispositifs anaérobies dans le cas des sous-marins classiques ;
 - Soit, pour les sous-marins nucléaires, un réacteur nucléaire alimentant en vapeur des turbo-alternateurs (*et éventuellement des turbines de propulsion*). Tous les sous-marins nucléaires possèdent en outre une source d'énergie secondaire composée de l'ensemble moteur diesel, génératrice et accumulateurs ;
- Des systèmes de régénération de l'atmosphère intérieure :
 - Pour les sous-marins classiques, dont l'atmosphère est régénérée à chaque marche au schnorchel, il s'agit de systèmes de secours : chandelles chimiques à oxygène et chaux sodée absorbant le gaz carbonique ;
 - Usine à oxygène par électrolyse de l'eau de mer et absorbeur de gaz carbonique à bord des sous-marins nucléaires ;
- D'un ou plusieurs sas d'évacuation, pour le sauvetage de l'équipage et éventuellement utilisés pour larguer des plongeurs.

Les sous-marins militaires disposent en outre :

- D'un dispositif permettant le fonctionnement des moteurs diesel à l'immersion périscopique, tube d'air (*schnorchel*) et échappement dans l'eau ;
- D'un système de veille et de détection, principalement acoustique, composé de sonars passifs et actifs, seuls senseurs pouvant être utilisés en plongée. À l'immersion périscopique, le sous-marin peut utiliser par l'intermédiaire de mâts hissables de moyens de détection, électromagnétique actif (*radar*) ou passif (*détecteurs de radars*), optronique (*périscopes de veille et d'attaque auxquels sont associés des dispositifs vidéo, de vision infra-rouge et d'amplification de lumière*) ;
- D'un système de navigation, comprenant classiquement compas gyroscopique, loch et sondeur bathymétrique, généralement centrale à inertie et récepteur GPS sur une antenne périscopique et parfois d'un périscope de visée astrale (*permettant de faire un point astronomique à l'immersion périscopique*) ;
- d'un système d'armes permettant de lancer en plongée des torpilles, des mines, des missiles antinavires, des missiles de croisière, et pour les SNLE des missiles balistiques. Certains sous-marins sont équipés de missiles anti-aériens (*principalement contre hélicoptères*). Ils disposent par ailleurs de systèmes de lancement de leurres sonar et anti-torpilles ;
- D'un système de combat (*un calculateur central*) qui assure l'intégration des trois systèmes précédents et permet d'effectuer les calculs nécessaires à la détermination de la cinématique des détections, présenter la situation tactique et calculer les éléments de tir ;
- De moyens de communication acoustique (*téléphone sous-marin*) et radio : récepteurs HF, U/VHF, et de communications par satellites avec des antennes sur des mâts périscopiques, récepteurs à très basse fréquence avec antenne filaire remorquée ou sur un cadre dans le massif (*les ondes VLF peuvent en effet être reçues à quelques mètres d'immersion*) et, pour certains sous-marins, antenne U/VHF remorquée.
- D'une capsule éjectable par exemple sur les sous-marins russes des classe Sierra, classe Oscar et classe Iassen.

Types et utilisations

Les sous-marins sont généralement classés, d'une part selon leur utilisation (*civile ou militaire*), d'autre part selon leur mode de génération d'énergie et de propulsion (*nucléaire ou conventionnelle*), qui conditionne en grande partie leur conception.

Sous-marins civils

Les utilisations civiles des sous-marins restent très rares. Il en existe quatre : le transport maritime, la recherche océanographique, le sauvetage et l'utilisation comme "navire de services".

Seuls deux cargos sous-marins ont été conçus à ce jour, le "Deutschland" et le "Bremen", par l'Allemagne pendant la Première Guerre mondiale, avec une capacité de 47 tonnes chacun. D'autres sous-marins ont été utilisés pour transporter des cargaisons, notamment les "U-Boot vaches à lait" (*sous-marins militaires de ravitaillement*) pendant la Seconde Guerre mondiale ; ou ceux employés par l'Union soviétique pour franchir le siège de Sébastopol en Crimée. Si d'autres projets ont existé, aucun n'a vu le jour, faute d'être suffisamment compétitif avec les navires cargo de surface : l'avantage théorique d'un cargo sous-marin est de pouvoir passer sous la calotte glaciaire.

Les sous-marins de recherche océanographique sont les successeurs des bathyscaphes utilisés pour explorer les grandes profondeurs. Leurs missions typiques incluent l'observation, la collecte d'échantillons et les mesures. Ils peuvent aussi être affrétés pour des missions différentes comme l'exploration d'épaves (*identification d'épaves comme celle du Titanic, inspection de lutte anti-pollution ou en cas de litiges, comme pour le pétrolier Prestige*) ou l'assistance à d'autres sous-marins en difficulté ; les sous-marins de sauvetages restent cependant l'apanage des forces militaires. Depuis les années 1950, environ une soixantaine de sous-marins de recherche a été construite, principalement aux États-Unis pour la recherche et le sauvetage militaire. En France, l'Ifremer utilise le Nautile et le Cyana ; l'Académie des sciences de Russie utilise le Mir.

L'industrie pétrolière et gazière exploite de petits sous-marins habités, en plus des drones et des ROV (*Remotely Operated Vehicle, robot sous-marin pouvant descendre à de grandes profondeurs*), comme navires de services sur les sites d'exploitation. Leurs tâches incluent l'observation et la collecte de mesures, le sauvetage sur place, l'aide à la pose de câbles et de tuyaux, le déploiement de plongeurs et l'inspection des infrastructures sous-marines. S'il n'existe pour l'instant qu'une petite flotte de ces sous-marins en opérations, surtout en mer du Nord, de nouvelles unités davantage spécialisées sont en construction.

Depuis le début des années 2000, il est constaté l'utilisation par le crime organisé de semi-submersibles pour le trafic de stupéfiants. Ces appareils sont appelés "narco sous-marins", de l'anglais "narco submarine".

Lors de l'exposition nationale suisse de 1964, l'une des attractions était le Mésoscaphe Auguste Piccard, qui semble être le premier sous-marin touristique à avoir existé.

Sous-marins militaires

Le DSRV Mystic chargé en pontée du SNA américain USS La Jolla (SSN-701)

Les sous-marins militaires assurent une grande variété de missions, à l'opposé des premiers submersibles qui, jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, étaient utilisés pour couler les navires ennemis (*les navires de guerre et surtout les navires de commerce*), mouiller des mines sous-marines, déposer des espions, installer des stations météorologiques automatiques et éventuellement interdire l'accès ou la sortie d'un port. Les missions des sous-marins militaires modernes incluent la lutte antinavires de surface, la lutte anti-sous-marine, l'infiltration de forces spéciales, l'attaque de cibles à terre, l'escorte des groupes de combat et notamment des groupes aéronavals, la collecte de renseignements, la dissuasion nucléaire et les opérations de recherche et de sauvetage. Des navires de surface spécialisés, les ravitailleurs de sous-marins, servent à leur maintenance et à leur ravitaillement hors de leur port d'attache.



Les sous-marins militaires se répartissent actuellement dans les types suivants :

- Les sous-marins d'attaque, à propulsion nucléaire (*SNA en français, SSN pour l'OTAN*) ou classique (*SSK pour l'OTAN*). Leur mission est la destruction des forces de surface ou sous-marines ennemies par torpilles ou missiles antinavires. Ils peuvent également être dotés de missiles de croisière pour la frappe d'objectifs terrestres. Ils sont les plus polyvalents et assurent la plupart des missions énoncées ci-dessus.
- Les sous-marins lanceurs d'engins balistiques (*SNLE en français, SSBN pour l'OTAN*), aujourd'hui tous à propulsion nucléaire. Leur mission est la dissuasion nucléaire et ils peuvent lancer, en plongée, des missiles balistiques à charge nucléaire ; ils sont les plus imposants sous-marins en activité, et souvent aussi les plus silencieux.
- Les sous-marins lanceurs de missiles de croisière (*SSGN pour l'OTAN*) ; équipés de missiles antinavires et/ou de missiles de croisière, il peut s'agir de SNLE transformés (*comme quelques-uns de la classe Ohio américains*) ou de sous-marins conçus spécifiquement dans ce but (*classe Oscar russe*). Certaines marines ne les distinguent pas des SNA.
- Les sous-marins de sauvetage (*DSRV pour l'OTAN*) sont conçus pour recueillir l'équipage d'un sous-marin en perdition qui serait posé sur le fond.

Les sous-marins militaires sont généralement répartis en classes, séries de sous-marins aux caractéristiques identiques ou très proches.

Au XX^e siècle, plus de 5.800 sous-marins militaires ont été construits, dont 1.109 par la Russie / URSS, soit 19 %.

Au 2 mars 2010, un site spécialisé américain recensait 353 sous-marins militaires (*hors sous-marins de poche*) en service totalisant 1.669.118 tonnes et 97 autres en construction ou en commande totalisant 403.000 tonnes dans 39 marines de guerre.

Parmi les fabricants, seuls six ont remporté un ou plusieurs marchés à la vente durant la période 2000-2014. Ainsi, selon ces contrats attribués, quatre cercles d'industriels se dégagent :

- 1er cercle d'entreprises exportatrices : TKMS, Naval Group (*ex-DCNS*) et Bureau d'étude Rubin / Admiralty Shipyards
- 2e cercle d'entreprises exportatrices : Kockums, DSME et CSIC/CSOC
- Nouveaux entrants sur les marchés export : Navantia, Golçuk Naval Shipyard (*via le groupe STM*), Fincantieri
- Potentiels entrants sur les marchés export : Mitsubishi Heavy Industries (*MHI*) et Kawasaki Shipbuilding Corporation (*KSC - Japon*)

Production d'énergie et propulsion

Les sous-marins se distinguent selon leur système énergétique, avec d'une part les sous-marins à propulsion nucléaire, et d'autre part, les sous-marins dits classiques ou conventionnels.

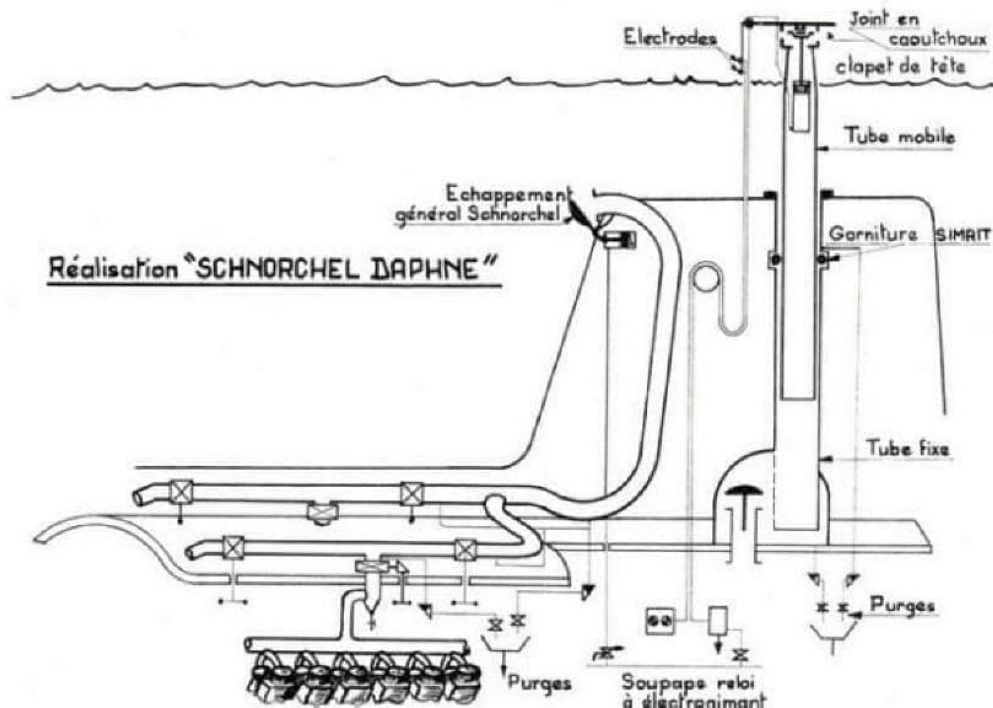
Les sous-marins nucléaires disposent d'un réacteur nucléaire dont la chaleur produit de la vapeur d'eau actionnant :

- Des turbines couplées aux hélices de propulsion (*propulsion à vapeur*) ;
- Des turbines couplées à des alternateurs alimentant en énergie électrique tout le bâtiment, et éventuellement des moteurs électriques de propulsion (*propulsion électrique*).

La propulsion nucléaire a fait son apparition dans les années 1950 avec le USS Nautilus ; elle est depuis massivement adoptée pour les sous-marins des grandes forces navales, ceux des États-Unis, de la Russie, de la France et du Royaume-Uni ; la Chine possède aussi quelques sous-marins nucléaires et l'Inde prévoit de s'en doter. L'utilisation de l'énergie

nucléaire permet de rester plusieurs mois en immersion ; l'autonomie est limitée par les vivres et par la fatigue, ou le moral, de l'équipage.

Les sous-marins classiques possèdent une propulsion électrique. Cette énergie est fournie par des batteries rechargées par des moteurs Diesel en surface ou à l'immersion périscopique au schnorchel, dispositif assurant l'alimentation en air du moteur au moyen d'un tube hissable et l'évacuation à faible immersion des gaz d'échappement : l'autonomie en plongée (*sans marche au schnorchel*) est limitée par la vitesse (*quelques heures à grande vitesse à quelques jours à vitesse très lente*).



Certains pays (*Suède, Allemagne et France notamment*) ont conduit des recherches pour développer des sous-marins anaérobies, c'est-à-dire dont le moteur peut se passer d'oxygène. Ils peuvent utiliser une pile à combustible comme pour les récents Type 212 allemands, ou des turbines à vapeur fonctionnant à l'éthanol comme sur le Type Scorpène français destiné à l'exportation.

Navigation

La navigation en surface est conduite à partir de la passerelle de navigation (*baignoire*) par l'officier de quart aidé par un veilleur appelé aussi guetteur. Celui-ci a pour mission de surveiller l'horizon et de prévenir l'officier de quart de toute modification de la situation (*par exemple apparition d'un bâtiment, évolution et changement de cap d'un bâtiment déjà en surveillance, etc...*). L'officier de quart assure la navigation en suivant les directives du Pacha. Il fait régulièrement le point et renseigne les cartes de navigation. Pour cela il utilise différents termes de navigation décrits ci-après.

En plongée le suivi est fait sur la table traçante (*Traceur de route*) qui permet de suivre l'évolution du bâtiment en temps réel. On l'appelle également la table de plot.

Le cap (K) d'un navire, l'azimut (Z) ou relèvement d'un objet, sont des angles mesurés par rapport au Nord vrai.

Le gisement (G) d'un objet est un angle mesuré par rapport à l'axe du bâtiment (*Ligne de foi - ligne imaginaire passant par l'axe du bâtiment*) : $Z = K + G$. La position du sous-marin peut être estimée, c'est-à-dire déduite des routes et vitesses suivies, ou observée, en étant déterminée par les relèvements de repères terrestres, l'observation des astres ou par l'utilisation de moyens radioélectriques (*radar*). Bien évidemment depuis nous avons fait du chemin, il y a le GPS. Mais il faut toujours garder les bonnes manières, si le GPS était en panne, il serait nécessaire de revenir au bon vieux sextant et aux relèvements par taximètres placés de chaque côté de la baignoire.

Le Nord vrai est indiqué par un compas gyroscopique placé au central (*point du bord le moins sensible en cas de roulis ou de tangage*). Il existe également le garde-cap qui est un gyroscope simplifié servant en cas d'avarie du compas gyroscopique. Il est placé au central près de l'homme de barre (*de direction*).

La vitesse est mesurée par le loch (*vitesse relative en surface par rapport à la masse d'eau où le sous-marin évolue*).

Le traceur de route calcule le déplacement du sous-marin en fonction du cap et de la vitesse et le matérialise sur la table traçante. Celle-ci permet de tracer la position et les mouvements des bâtiments détectés (*plot*).

Les autres moyens de navigation sont le sondeur (*pour éviter l'échouage*), le sextant, les divers récepteurs radioélectriques.

La veille optique est à charge des veilleurs en surface dont le rôle est capital. Une localisation rapide des obstacles et des bâtiments permet de naviguer en sécurité et de tenir à jour la situation de la zone.

Le Sextant : C'est un instrument de navigation permettant de relever la hauteur angulaire d'un astre au-dessus de l'horizon. Il est utilisé pour faire le point hors de vue de terre. Un usage courant du sextant est de relever la hauteur angulaire du soleil à midi, ce qui donne la latitude du point de l'observateur. Le sextant est toujours utilisé dans la marine.

Pointer le sextant sur l'horizon, débloquer le frein, amener le soleil sur l'horizon, bloquer le frein, ajuster avec la vis micrométrique, vérifier l'alignement par basculement, top chrono, noter l'heure, lire la mesure.

Le Taximètre : Couronne graduée de 0° à 360°, munie d'une alidade, servant à déterminer des gisements que l'on transforme ensuite en relèvements en ajoutant la valeur du cap du navire à la valeur du gisement observé. On l'appelle plus simplement **Alidade**.

Vivre dans un sous-marin

Vivre confiné, c'est une expérience d'une radicalité extrême.

En cette période, nous parlons beaucoup du confinement. Mais qu'en est-il de ceux qui ont choisi ce confinement ? Ils vivent dans un espace infiniment restreint pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois... Ce sont les sous-mariniens.

Les sous-mariniens sont soumis à des conditions de vies pour le moins extrêmes lors de leurs missions. En termes d'autonomie et afin de ne pas causer de dégâts psychologiques, la durée de ces missions a été limitée à 70 jours. Mais comment vivent-ils plusieurs mois dans les profondeurs des océans ? Il faut savoir tout d'abord que la vie dans un sous-marin a été minutieusement étudiée.

L'espace nuit revient à vivre dans une cabine de 2 mètres carrés appelée "bannette" ou "caille" et dont la taille diffère selon le grade. Afin de ne pas perturber leur horloge interne, le jour et la nuit sont distingués grâce à des tubes fluorescents blancs de jour, laissant place à un éclairage rouge de nuit. De plus, la lumière est elle aussi étudiée pour fatiguer le moins possibles les yeux de l'équipage.

Dans un sous-marin SNLE par exemple, ce lieu, qui peut paraître inhospitalier se trouve pourtant pouvant être l'habitat de centaines de personnes pendant plusieurs mois si cela s'avère vitale ou opérationnellement nécessaire, dans un espace clos de 250 mètres carrés approximativement

La patrouille d'un SNLE dure 70 jours sans escale ni remontée, dans le plus grand silence possible. C'est pour cela que la communication avec l'extérieur est rare. Elle est de plus filtrée afin de veiller un maximum sur le moral de l'équipage.

Un sous-marin, c'est comme un village entier plongé sous la mer. La seule différence est l'espace disponible. Il est divisé en tranches verticales et horizontales : les ponts. Ces ponts servent à se diriger afin de s'orienter.

Concernant l'hygiène, les hommes sont soumis au strict nécessaire. Ils disposent de 10 litres par jour et par personne. Niveau alimentation, il y a bien entendu des cuisiniers à bord, mais la nourriture se constitue essentiellement de surgelés et conserves.

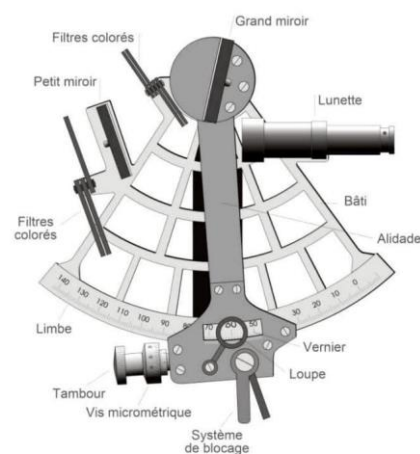
Dans un sous-marin et plus précisément dans un SNLE, on retrouve les cafeterias, aussi appelées "carrés", les "hygiènes", la cuisine aussi appelée "souillarde" et l'infirmerie. On retrouve bien entendu les autres services techniques qui forment la vie dans cet espace d'un confinement extrême !

De nombreux sous-mariniens ont confiés lors d'interviews ressentir une sensation d'oppression et d'enfermement lors de leur première mission. Mais la clef du confinement finalement serait de s'organiser pour mieux s'adapter.

Alors, comment s'y prendre ? Il est important d'organiser ses journées. Elles doivent être rythmées selon un emploi du temps le plus varié possible. Délimiter et compartimenter les endroits ayant une utilité précise (*travail, repas*) aidera à garder notion du temps tout en restant opérationnel et productif.

L'endroit le plus prisé lors des missions en mer : la cuisine, ouverte 24h sur 24h. La bouffe y était toujours excellente, dit-on. Il fallait bien garder les hommes heureux. L'eau douce est vitale à bord, pratiquement pas d'intimité, peu de confort...

Comme le disent les marins, « *sous l'eau il est impossible de se cacher. Chacun apparaît tel qu'il est et s'efforce en permanence à respecter l'esprit collectif le plus élevé possible – Solidarité et engagement total dans la mission pendant 70 jours minimum, sans contact physique avec l'extérieur, ni air libre et ni ciel* ».



ANNEXE 13

Affirmer sa puissance : forces sous-marines et dissuasion nucléaire

Les sous-marins à propulsion nucléaire sont par définition des vecteurs de puissance militaire, notamment pour leur rôle dans la dissuasion nucléaire lorsqu'il s'agit de lanceurs d'engins. Pendant longtemps dominée par l'affrontement entre États-Unis et URSS, la géographie de la dissuasion est aujourd'hui plus multipolaire tandis qu'émerge un nouvel acteur face aux États-Unis, la Chine. À un relatif désarmement mondial pourrait succéder une nouvelle course à l'armement.

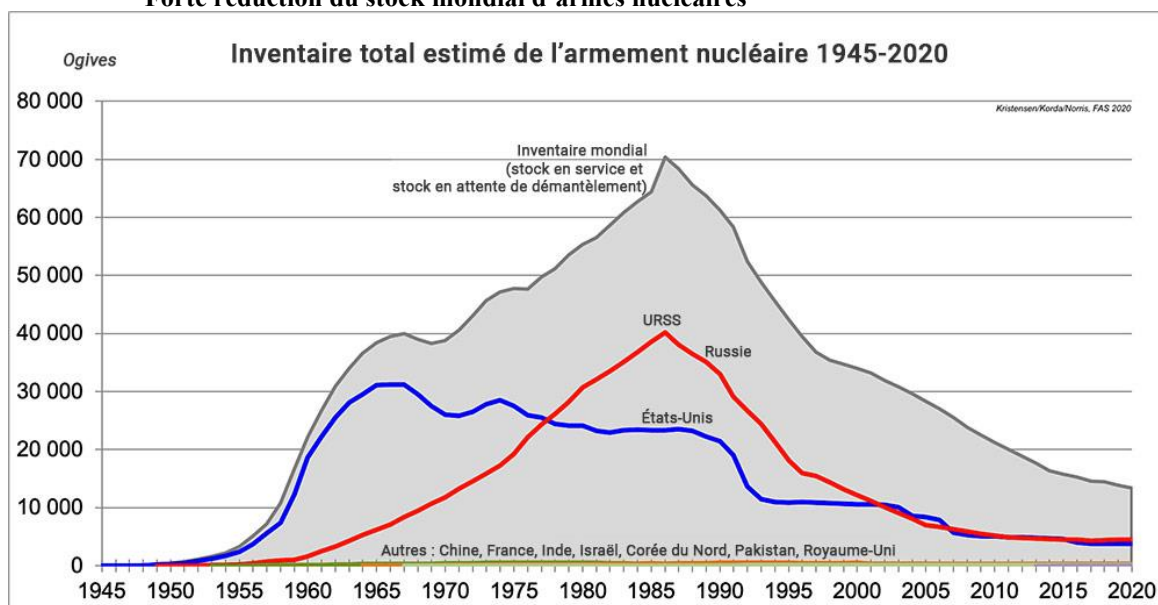
En 2019, neuf États sont reconnus comme des puissances nucléaires militaires : les États-Unis, la Russie, le Royaume-Uni, la France, la Chine, l'Inde, le Pakistan, Israël et la Corée du Nord. Selon le SIPRI (*Stockholm International Peace Research Institute, institut de référence en matière d'études et de recherches sur les conflits*), ces États disposent de 13.865 armes nucléaires (*nuclear weapons*). Sur ce stock, 3.750 armes (27 %) sont actuellement déployées dans des forces opérationnelles et 2.000 sont rapidement mobilisables en cas d'alerte, soit 41,5 % du stock mondial. Si les États-Unis et la Russie disposent de 92 % du stock mondial, un des grands enjeux réside dans la lutte contre la prolifération nucléaire afin de maintenir le statu quo prévalant depuis le TNP (*Traité de Non-Prolifération*) entré en vigueur en mars 1970 et qui compte 190 États signataires. Si celui-ci a connu quelques échecs (*Inde, Pakistan, Corée du Nord*), il a aussi rencontré des succès (*l'Afrique du Sud qui a mis fin à son programme nucléaire en 1990*).

Géographie du nombre total d'ogives nucléaires dans le monde

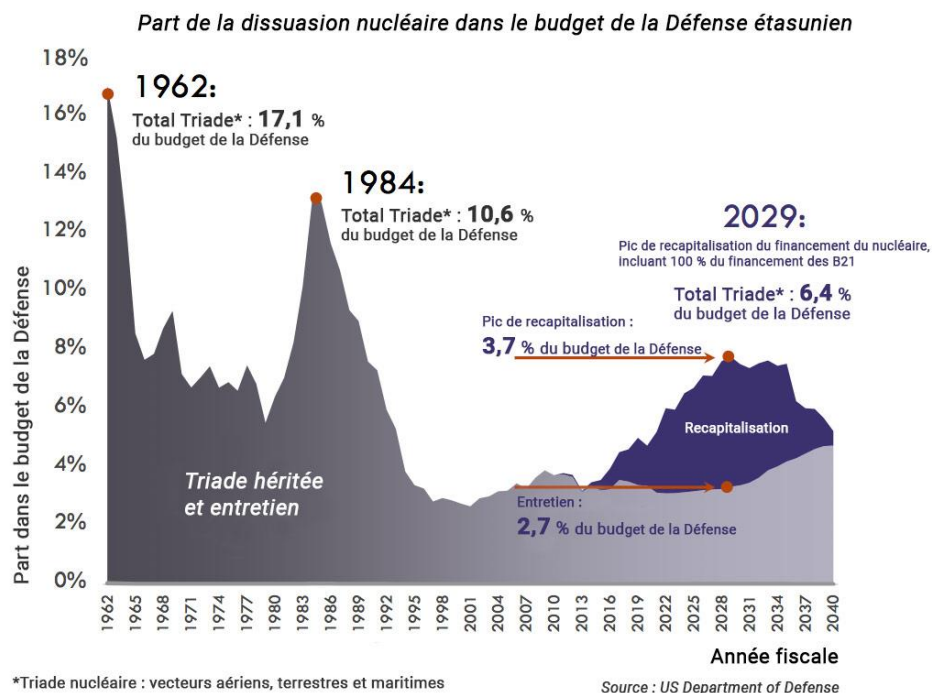
Pays	Ogives déployées	Autres ogives	Total 2019	Date 1er essai nucléaire
États-Unis	1 750	4 435	6 185	1945
Russie	1 600	4 900	6 500	1949
Royaume-Uni	120	80	200	1952
France	280	20	300	1960
Chine	?	290	290	1964
Inde	?	130 à 140	130 à 140	1974
Pakistan	?	150 à 160	150 à 160	1998
Israël	?	80 à 90	80 à 90	?
Corée du Nord	?	?	20 à 30	2006
Total mondial	3 750	10 115	13 865	

Washington et Moscou ont annoncé en 2018 avoir atteint les objectifs fixés par le traité sur le désarmement New START expiré en 2021. Or, non seulement Washington comme Moscou refusent d'enclencher un nouveau cycle de négociation sur une réduction des armements nucléaires existants, mais ils relancent actuellement de nombreux programmes et de nouvelles armes. Le traité limitant le déploiement de missiles antimissiles balistiques (*ABM*) est rompu en juin 2002 et Donald Trump a dénoncé en février 2019 le Traité NFI (*Traité sur les forces nucléaires à portée intermédiaire, INF Treaty en anglais*). Dans le même temps, la Chine, et secondairement l'Inde et le Pakistan, renforcent leur arsenal, tout comme la Corée du Nord.

Forte réduction du stock mondial d'armes nucléaires



Évolution du budget nucléaire du Département de la défense des États-Unis : hausses de l'administration Trump



Nous sommes donc aujourd'hui à la croisée des chemins : nouvelle phase de désarmement ou nouvelle course aux armements ? C'est dans ce cadre général de montée des tensions mondiales qu'il convient de replacer la dissuasion nucléaire française dont les deux composantes, navale et aérienne, représentent une dépense totale de 37 milliards d'euros dans la Loi de programmation militaire d'ici 2025, soit 12,5 % du budget de la défense, 22 % du budget d'équipement et 0,17 % du PIB. La dissuasion nucléaire demeure la clé de voûte de notre stratégie de défense. Elle protège la France contre toute agression d'origine étatique contre ses intérêts vitaux, d'où qu'elle vienne et quelle qu'en soit la forme. Elle préserve en toute circonstance notre liberté d'action et de décision, en écartant toute menace de chantage d'origine étatique qui viserait à nous paralyser. Notre dissuasion est strictement défensive.

Quant à la place des sous-marins dans la "triade nucléaire" Terre-Air-Mer, les armes nucléaires peuvent être mise en œuvre par trois types de vecteurs – aériens, terrestres ou maritimes (*triade nucléaire*). Chaque vecteur présente des atouts géostratégiques différents, dans l'espace géographique et dans le temps. Concernant la triade, il n'y a pas de modèle géostratégique unique. Les choix réalisés dépendent de l'histoire, de la géographie physique (*masses continentales étasuniennes, russe ou chinoise face au système insulaire britannique et à l'ouverture atlantique de la France*), des moyens et arbitrages financiers réalisés. Les États peuvent disposer de la panoplie complète de la triade comme les États-Unis, la Russie ou la Chine, ou bien de seulement deux composantes (*France : sous-marins et avions*), voire d'une seule (*Royaume-Uni : sous-marins*).

Historiquement, les bombardiers stratégiques sont les premiers utilisés sur les villes d'Hiroshima le 6 août et de Nagasaki le 9 août 1945. Puis les premiers missiles intercontinentaux sont mis en œuvre dès 1957 et les premiers sous-marins stratégiques sont déployés à la fin de l'année 1959. Ce processus impulse le développement de technologies spatiales de plus en plus complexes qui débouchent sur des systèmes d'armes de plus en plus sophistiqués associant un lanceur (*SNLE, avion*), un vecteur (*missile*) et une tête nucléaire. Un missile balistique exige ainsi de marier une tête nucléaire avec un lanceur (*une fusée*). Le SNLE est donc un des systèmes les plus complexes jamais conçus : c'est l'association d'un sous-marin, d'une chaufferie nucléaire pour sa propulsion, d'une base de lancement de fusées et de missiles à têtes nucléaires, le tout devant être mobile dans un milieu sous-marin agressif et hostile.

En 2001, si l'arme sous-marine ne dispose que de 37,5 % des vecteurs (y compris donc les missiles non nucléaires), elle assure déjà le déploiement de 43,5 % des têtes nucléaires. En 2001, la Chine était encore la grande absente, et sa montée en puissance constitue aujourd'hui pour les stratèges de Washington un problème géostratégique. Comme l'a justifié James Mattis, Secrétaire d'État à la Défense de Donald Trump, en présentant en janvier 2017 la "New Nuclear Posture Review" (*NPR*) adoptée par les États-Unis : « *Since 2010 we have seen the return of Great Power competition* » (« *Depuis 2010 nous avons vu le retour de la compétition entre Grandes Puissances [les États-Unis et la Chine]* »).

Pour s'intéresser aux sous-marins, aux armes sous-marines et à leurs dynamiques géographiques, géopolitiques et géostratégiques, il convient de clarifier les termes et les enjeux. Le qualificatif de conventionnel ou nucléaire pour définir un sous-marin concerne son mode de propulsion, et non celui des systèmes d'armes embarquées. On distingue donc deux types de sous-marins, en fonction de leur propulsion : les sous-marins conventionnels, qui représentent la plus grande partie de la flotte mondiale, et les sous-marins nucléaires.

Parmi ces derniers, la grande majorité des sous-marins nucléaires sont des sous-marins nucléaires d'attaque (*SNA, ou SSN selon le terme anglo-saxon pour subsurface nuclear*) qui ont un panel de missions varié, mais ne mettent pas en œuvre d'arme nucléaire. Une petite part seulement des sous-marins nucléaires sont des SNLE (*SSBN – sub surface ballistic nuclear – armés de submarine-launched ballistic missiles - SLBM*), qui constituent les composantes océaniques de la dissuasion. S'ils sont peu nombreux, les SNLE jouent un rôle déterminant dans les grands équilibres géostratégiques mondiaux.

Avec 361 millions de km², soit 71 % de la surface du globe, 85 % de la population mondiale vivant à moins de 500 km d'un rivage et 85 % des États ayant une frontière maritime, les mers et océans jouent aujourd'hui un rôle essentiel dans la mondialisation et dans la géopolitique mondiale. En reliant l'ensemble du globe en un seul système océanique mondial, ils sont un enjeu géostratégique majeur dans l'affirmation des ambitions et des rivalités entre puissances. Ainsi, l'US Navy, de loin la première marine du monde, mobilise environ 340.000 personnes et 28 % du budget militaire des États-Unis, représentant 194 milliards de dollars en 2019.

Le sous-marin est un système d'armes souple, puissant et très mobile. Tapi dans l'océan, largement indétectable, silencieux, il autorise une discrétion opérationnelle. Il constitue une menace diffuse en étant capable de pénétrer sans se faire repérer dans des théâtres d'opérations d'échelles spatiales et géostratégiques variables selon son type de propulsion. Dans les masses maritimes, seules les ondes acoustiques se propagent sous l'eau et permettent aujourd'hui une détection sous-marine à des portées importantes. Pour qu'un sous-marin ne soit pas repéré, il faut donc limiter au maximum les indiscretions optiques (*périscopes, fumées, bulles d'air, graisses et déchets...*) et surtout acoustiques (*chant ou cavitation des hélices en adaptant vitesse et profondeur, bruits intérieurs limités par isolation de la coque, suspensions élastiques, installation de silencieux...*). La discrétion du sous-marin tient donc à la fois de la qualité de sa conception, de sa construction et de sa maintenance d'un côté, et à la façon dont l'équipage conduit le sous-marin à la mer de l'autre. Les bases sous-marines sont équipées de polygones d'écoute qui réalisent des tests d'essais statiques ou en mouvement. Elles disposent aussi d'installations de démagnétisation afin de réduire le champ magnétique produit par les circuits électriques. Enfin, si la détection d'un sous-marin est une première étape, l'identification est l'étape suivante. Elle consiste à attribuer une identité au sous-marin détecté sur la base de la signature acoustique relevée. Pour être efficace, l'identification exige de posséder des bases de données de signatures acoustiques qui ont donc un degré de classification élevé. De même, dans chaque SNLE, quelques marins, les "grandes oreilles", sont spécifiquement formés à l'identification acoustique des bâtiments rencontrés. Les différentes marines du monde se dotent donc, lorsqu'elles le peuvent, d'un vaste catalogue des signatures acoustiques des navires militaires, sous-marins et de surface, et civils du monde. Certains navires civils (*on peut penser à des chalutiers russes ou chinois*) sont parfois remplis d'électronique et chargés d'espionner les marines étrangères et de repérer éventuellement les SNA et SNLE.

Si les sous-marins de combat sont largement utilisés durant les deux Guerres mondiales, on assiste à partir des années 1950 à un sensible élargissement de leurs capacités opérationnelles : lutte anti-sous-marine, attaque mer/terre (*lancement de missile de croisière*), protection des groupes aéronavals, opérations spéciales, dissuasion nucléaire... Ces dernières décennies se caractérisent par un essor et une large diffusion de l'arme sous-marine puisque plus de 45 États s'en sont dotés (*Inde, Malaisie, Pakistan, Brésil, Australie, Vietnam...*), avec une prolifération notable en Asie face à la Chine.

Pour autant, tous les sous-marins ne se valent pas. Environ 65 % des 450 sous-marins de la flotte mondiale sont des sous-marins conventionnels, de taille réduite et aux capacités opérationnelles limitées du fait de leur système de propulsion classique AIP, "Air Independent Propulsion" (*propulsion diesel-électrique, pile à combustible...*). Malgré un rayon d'action géographique limité, ils jouent un rôle croissant dans le contrôle et la défense des zones littorales ou des ZEE (*Zone Économique Exclusive*) des États côtiers.

Face à la lutte sous-marine qui mobilise bâtiment de surface, avion, hélicoptère (*avec sonars immergés*) ou sous-marin (*veille acoustique*) et de nombreux moyens (*vue, radar, sonars actifs et passifs*), le sous-marin doit être le roi de l'invisibilité. Car ses adversaires disposent de vastes systèmes d'armes pour le détruire (*torpilles auto- ou filoguidées, engins téléguidés aériens puis sous-marins, grenades classiques ou nucléaires*). Dans ce contexte, la capacité des sous-marins à disparaître dans la masse océanique est déterminante, elle s'appelle la "dilution". C'est la qualité de celle-ci qui assure sa non-détection et donc son invulnérabilité. Si cette stratégie est générale à tous les sous-marins, elle est bien sur déterminante pour les SNLE.

C'est dans ce contexte que la maîtrise de la propulsion nucléaire constitue une révolution géostratégique en apportant trois avantages décisifs :

- Premièrement, le passage du moteur diesel au nucléaire est un progrès considérable en matière de furtivité et de discrétion. Les SNA et SNLE sont extrêmement silencieux (*niveaux d'émission, richesse du spectre de la signature acoustique, portée...*). Concernant leur performance acoustique, le bruit généré est inférieur au niveau du bruit de fond des océans.
- Deuxièmement, le réacteur, ou chaufferie nucléaire comme moteur assure au bâtiment une autonomie énergétique complète, de qualité et de très longue durée. Cette technologie augmente les performances de vitesse, d'endurance et d'autonomie.
- Enfin, troisièmement, elle allonge considérablement la durée de navigation, qui passe de plusieurs semaines à plusieurs mois, et surtout les distances parcourues dans les mers du globe. Aujourd'hui, les contraintes ne sont plus matérielles et technologiques mais fondamentalement humaines : combien de temps un équipage de 120 à 200 marins peut-il rester enfermé sous la mer dans un espace réduit, sous tension permanente, sans voir la lumière du jour et sans contact avec les familles ? Pour l'instant, les patrouilles s'étalent de 70 à 100 jours.

Afin de rester indétectable, le SNLE en patrouille est en mouvement permanent, horizontal et vertical. À une vitesse de 5 ou 6 nœuds, il parcourt une distance de 300 km en 24 heures. À 20 nœuds, soit 40 km/heure, la distance parcourue monte à près de 960 km en une journée. Ce qui signifie que, potentiellement, il peut – en maintenant 20 nœuds de moyenne – durant une patrouille de 70 jours parcourir théoriquement 67.000 km. A titre de comparaison, la circonférence de la Terre à l'Équateur fait 40.070 km, la distance transatlantique Le Havre - New York en ligne droite 6.000 km et la distance transpacifique San Diego (*Sud Californie*) – Okinawa (*Sud Japon*) environ 10.300 km. À l'échelle du globe, on peut donc dire qu'un SNLE dans sa zone de patrouille fait... des ronds dans l'eau.

La maîtrise de la propulsion sous-marine nucléaire est réservée à un club d'États très fermé du fait du très haut niveau scientifique et technologique exigé : États-Unis, Russie, France, Royaume-Uni et Chine. Le système de propulsion, classique ou nucléaire, introduit ainsi un critère majeur de différenciation opérationnelle dans la flotte sous-marine.

Depuis la Guerre froide, les États-Unis ont développé dans les océans des systèmes de détection acoustique contrôlant l'approche de leurs rivages ou les grands détroits et passages stratégiques (*ou "choke points" : Le canal de Panama, le canal de Suez, le détroit de Malacca et le détroit d'Ormuz représentent les quatre plus importants choke points du monde*). Le Sosus, ou "Sound Surveillance System", est mis en place dès 1951 suivi par l'IUSS (*Integrated Undersea Surveillance System*). Ces réseaux de sonars et d'antennes captent les sons et vibrations émis par les sous-marins et les navires. Ils sont placés sous l'autorité de l'US Navy's Commander Undersea Surveillance et opérés par des marins. Ils permettent de détecter les sons à basse fréquence émis par les sous-marins en déplacement. Fournissant un avantage géostratégique majeur sur l'URSS, le SOSUS et l'IUSS sont demeurés des monopoles technologiques des États-Unis, bien que largement déployés chez les pays alliés dans le monde. Quatre réseaux sont bien connus :

- Le réseau BARRIER transatlantique Nord qui surveille le passage maritime du GIUK (*Groenland/Iceland/United Kingdom*),
- Le réseau CAESAR de l'Atlantique Ouest qui court de la Nouvelle Écosse (*Canada*), au Nord-Est des États-Unis, aux Bahamas, aux Bermudes, à Porto Rico puis au sud des Antilles, le réseau COLOSSUS sur la côte orientale Alaska/Canada/Californie,
- Le réseau BRONCO sur la Côte Est de la Sibérie et de l'Asie orientale.

Par la suite, les États-Unis ont aussi développé le système RAP (*Reliable Acoustic Path*) qui détecte des sous-marins beaucoup plus proches des côtes.

Washington a depuis adapté ses dispositifs de surveillance à la montée en puissance de la Chine (*cf. navires du SURTASS, Surveillance Towed Array Sensor System*). Du fait d'eaux territoriales relativement enclavées liées à la présence de mers bordières peu profondes qui entourent le pays, les sous-marins chinois doivent, pour atteindre la haute mer, passer par des goulets très surveillés par les systèmes d'écoute et de détection étasuniens. Dans ce cadre, la Chine reconnaît avoir déployé depuis 2016 entre l'île de Guam, territoire des États-Unis doté de grandes bases militaires dont la base navale d'Apra Harbor, et la mer de Chine du Sud, deux systèmes sous-marins d'écoute gérés par l'Académie des Sciences. Si l'objectif affirmé est d'étudier typhons, tremblements de terre et vie aquatique, le caractère dual de ces systèmes permet aussi de disposer d'informations sur les mouvements de la flotte de surface et sous-marine des États-Unis dans cette zone névralgique. Enfin, la Chine a elle aussi déployé en mer de Chine méridionale et en mer de Chine orientale des réseaux de capteurs sous-marins dans le cadre de l' "Underwater Great Wall Project" (*Projet de Grande Muraille sous-marine*) qui s'appuie en particulier sur les îles qu'elle contrôle dans les archipels des Paracels et des Spratleys.

L'essentiel du parc mondial de sous-marins nucléaires d'attaque (*SNA*) est détenu par seulement cinq États : États-Unis, Russie, France, Royaume-Uni, et Chine. Souple et puissant, le SNA est un système d'armes qui joue un rôle essentiel dans le "sea control" (*contrôle maritime*) et les opérations de projection à long rayon d'action. En particulier, une de ses fonctions est d'escorter un groupe aéronaval. Sur le plan diplomatique et géostratégique, il est donc très complémentaire du porte-avions comme instrument de puissance et de projection.

Du fait de l'intérêt de ce système d'armes, on assiste actuellement à un profond renouvellement des flottes de SNA avec l'arrivée de bâtiments de nouvelle génération : "Virginia" étasunien, "Astute" britannique, "Yasen" russe, "Suffren" français, "Shang" chinois. En décembre 2019, l'US Navy, qui dispose de 55 SNA, dont 35 vieux "Los Angeles" construits entre 1972 et 1996, commande 9 nouveaux SNA pour 22 milliards de dollars pour moderniser sa flotte.

Lancé en juillet 2019 à Cherbourg, le SNA "Suffren" est le premier d'une série de six nouveaux SNA. Suffren est donc le nom du premier bâtiment de la série et de la classe de sous-marins. Plus gros, au spectre de capacités accru, plus discrets et mieux armés, les "Suffren" sont appelés progressivement à remplacer les SNA de classe "Rubis". Long de 99 m, contre 73 m pour le "Rubis" (+ 26 %), le "Suffren" déplace en plongée 5.300 tonnes ("Rubis" : 2.600 t, soit plus du double), atteint des vitesses supérieures à 25 nœuds (46 km/h), est dix fois plus silencieux que le "Rubis" et embarque 63 marins. Il peut rester en opération à la mer de 70 à 90 jours (*Rubis : 45 à 60 jours*). Il est armé de torpilles F21, de missiles antinavires SMM 39, de missiles de croisière navals (*MdCN*) et de mines. Selon les données disponibles, il peut rester en plongée à plus de 300 m de profondeur. Les missions du SNA consistent à protéger les bâtiments stratégiques comme les porte-avions et les SNLE, à traquer les sous-marins ennemis, à recueillir du renseignement, à tirer des missiles de croisière mer/terre d'une portée de 1.000 km et à déployer des forces spéciales. Ces six exemplaires, d'un coût total de plus de neuf milliards d'euros, vont commencer à être livrés en 2029 et resteront en service jusqu'en 2060. Aujourd'hui, seuls les États-Unis, la Russie, la Chine et la France savent produire des SNA dotés de missiles de croisière.

Comme les sous-marins nucléaires d'attaque (*SNA*), les sous-marins nucléaires lanceurs d'engins demeurent l'apanage d'un club très restreint de puissances de rang mondial. Seulement cinq marines sont en mesure de maintenir en permanence des SNLE en alerte opérationnelle : les États-Unis, le Royaume-Uni, la France, la Russie et la Chine.

Les SNLE sont un système d'armes très complexe dont la seule vocation est de déclencher le feu nucléaire stratégique. Cette arme de dissuasion est à la main exclusive du pouvoir politique. Dans ce cadre, la zone de patrouille et l'itinéraire du SNLE d'un côté, le choix des cibles de l'autre relèvent du secret-défense le plus absolu. La question de la transmission de l'ordre de déclenchement des frappes nucléaires aux SNLE en patrouille dans l'immensité océanique pose de redoutables problèmes de sécurité. Chaque État s'est donc doté de centres de transmission qui jouent un rôle crucial.

Quelle que soit leur nationalité, les sous-marins, tout particulièrement les SNLE, doivent être joignables en permanence par les plus hautes autorités politiques et militaires. En patrouille, le SNLE reçoit régulièrement de multiples informations cryptées (*météo, état de l'océan, mouvements prévisibles des navires de surface, situation géopolitique, petits messages familiaux pour l'équipage...*) de son amirauté. Ceci exige le déploiement à terre d'un dispositif de transmission robuste et adapté. Si un SNLE reçoit des ordres, il n'émet pas, sauf extrême urgence, afin de rester indétectable. L'écoute des émissions radio ne peut donc permettre de le localiser.

Pour joindre les sous-marins, les États se sont dotés de centres de transmission qui déploient des antennes géantes portées par d'immenses pylônes et reliées à des émetteurs de très basses fréquences (*VLF*). Ils utilisent pour communiquer des ondes radioélectriques qui ont pour caractéristique de se propager à très grandes distances et surtout de pouvoir pénétrer dans l'eau. Le sous-marin peut donc recevoir ses ordres, même en plongée.

Ces installations névralgiques sont donc hautement protégées et souvent doublées ou triplées par mesure de sécurité. En France, la Force océanique stratégique (*FOST*) dispose ainsi de quatre centres de transmission (*CTM*), qui sont implantés à Rosnay (36), Saint-Assise (77), Kerlouan (29) et La Régine (11). Leur mission est de relayer les ordres gouvernementaux et les messages du commandant de la FOST, qui sont cryptés, vers les sous-marins nucléaires français en opération. Dans le monde, les États-Unis déploient ainsi tout un réseau de CTM, sur leurs territoires (*Arlington dans l'État de Virginie en lien avec la base de Bangor/Seattle, Hawaï...*) ou chez leurs alliés.

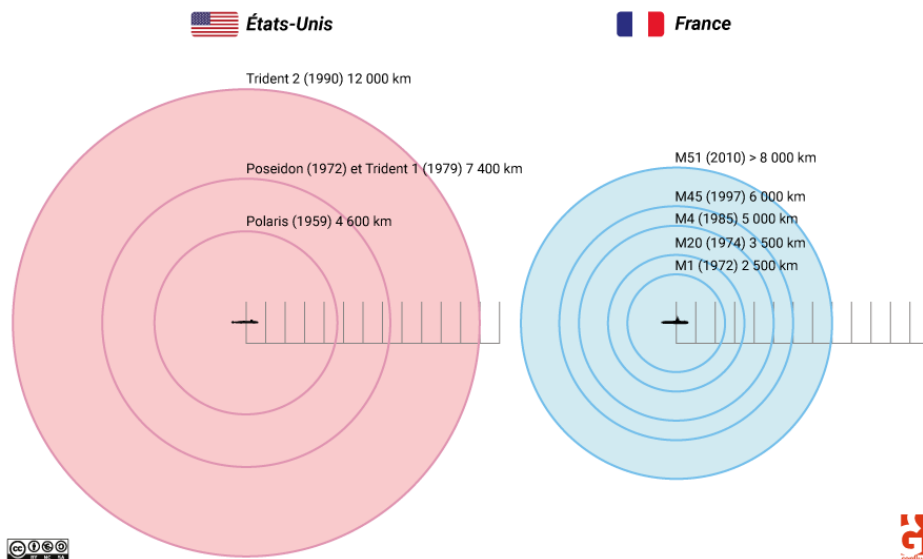
Après de nombreux tâtonnements, le premier SNLE à entrer en service est le "George Washington" en 1960. Viennent ensuite la Russie en 1961, le Royaume-Uni en 1967, la France avec le Redoutable en 1971-1972, la Chine en 1987 et l'Inde en 2013. Comme l'illustre l'évolution des quatre générations de SNLE étasuniens entre 1959 et aujourd'hui, un SNLE est bien un système d'armes articulant un sous-marin et un système de missiles balistiques.

Les actuels SNLE Classe "Ohio" emportent généralement 24 missiles balistiques mer-sol Trident dotés de têtes nucléaires W76 de 100 kilotonnes. Du côté russe, les six "Typhoons" furent les SNLE les plus imposants jamais construits au monde : 173 mètres de long, 179 marins, 48.000 tonnes en plongée et 20 missiles mer-sol balistiques stratégiques R-39. Mais cette course à la taille se heurte cependant à certaines limites : coût financier unitaire très élevé, contraintes de navigation accrues, adaptation des bases navales...

Les accords de désarmement entre Moscou et Washington se traduisent par une réduction des SNLE. Aux États-Unis, ils tombent de 31 à 18 puis 14 unités. Les quatre plus anciens Ohio sont transformés en sous-marins lanceurs de 150 missiles conventionnels Tomahawk. En France, le nombre de SNLE tombe de 6 à 4 entre 1985-1991 et aujourd'hui. Mais si le parc se réduit, ces unités gagnent largement en puissance du fait d'une autre révolution majeure, celle des missiles.

La construction de navires de taille de plus en plus importante (*longueur, largeur...*) est en lien direct avec l'évolution des familles de missiles nucléaires. Taille, poids, portée, largement liés au carburant emporté, efficacité de pénétration et capacité de destruction sont de plus en plus considérables. Signalons par exemple qu'un seul missile "Trident II D5" des États-Unis peut emporter jusqu'à 12 têtes nucléaires.

Augmentation de la portée géographique des missiles étasuniens et français



Géographiquement, la multiplication par quatre de la portée des missiles en quarante ans bouleverse les rapports géostratégiques, en modifiant les espaces maritimes de patrouille des SNLE d'un côté, en dilatant considérablement l'aire terrestre potentielle de frappe à partir de la mer de l'autre. Par exemple, en 1971, "Le Redoutable" devait patrouiller très au

nord, en Mer de Norvège, pour pouvoir menacer Moscou alors qu'aujourd'hui les zones de patrouille peuvent être sensiblement élargies. De même, à l'échelle locale, les bases sous-marines connaissent régulièrement de grandes opérations d'aménagement et d'agrandissement (*ainsi l'Île longue en rade de Brest à partir de 2006 pour l'accueil du M51*) pour suivre ces évolutions.

En France, les familles de missiles déployés, du M1 en 1971 au M51-version 3, connaissent trois ruptures qualitatives entre le M1-M20, le M4 et le M5. C'est en particulier l'allongement de la portée des missiles balistiques qui est spectaculaire : on passe de 3.000 km pour le M1 à 5.000 km pour le M4, 6.000 km pour le M45 et plus de 8.000 km pour le M51-2. Ce dernier missile, qui emporte de nouvelles têtes océaniques (*TNO*) d'une puissance de 100 kilotonnes, a été testé en conditions opérationnelles, évidemment sans charge nucléaire, par le SNLE "Le Téméraire" en juin 2020 au large du Finistère Sud. Selon le Centre d'études stratégiques de la Marine, les SNLE français portent 16 missiles dotés chacun de six têtes nucléaires, ce qui leur permettrait le cas échéant de frapper 96 objectifs ; la portée de ces missiles serait de l'ordre de 9.000 km et leur puissance cumulée représenterait plusieurs centaines de fois l'explosion d'Hiroshima.

La tendance actuelle est à la réduction du nombre de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins et à la modernisation du parc existant. Si la Chine participe à ce nouveau cycle d'armement, l'Inde peine encore à entrer dans la course.

Les années 2015-2030 sont celles d'une fin de cycle historique, ce qui explique que les États-Unis, le Royaume-Uni, la France et la Russie se sont engagés dans un nouveau cycle de modernisation de leurs flottes de SNLE afin de pérenniser leurs capacités de dissuasion tout en les adaptant aux nouveaux besoins géostratégiques en train d'émerger, lesquels sont liés au développement des armes anti-missiles.

La flotte de SNLE de l'US Navy est tombée de 35 unités en 1990 à 16 en 1995 pour remonter à 18 en 2001. En 2017, l'US Navy a réduit sur les SNLE "Ohio" les tubes équipés de missiles de 24 à 20 pour être en conformité avec le Traité New START de réduction des armes stratégiques, puisque sa flotte de SNLE ne peut plus déployer au total que 240 missiles stratégiques. Ces 14 SNLE sont répartis entre le Pacifique et l'Atlantique. Sur ces 14 SNLE, 12 sont considérés comme opérationnels, pendant que 2 sont en refonte lourde. On estime que 4 ou 5 SNLE sont en alerte dans leur zone de patrouille prêts à tirer leurs missiles Trident II, de 12.000 km de portée, dans les quinze minutes où ils en reçoivent l'ordre. En 2017, l'US Navy débute le remplacement du Trident II par un nouveau missile, le D5LE, aux capacités de guidage et de pénétration améliorées.

Dans le cadre du nouveau programme "Columbia" de SNLE NG pour nouvelle génération, les travaux de recherche-développement sont lancés en 2013, et les premiers achats d'équipements en 2017. Un premier SNLE est entré en fabrication en 2021, un second le sera en 2024 et les 10 autres entre 2026 et 2035 au rythme d'un par an. Le premier "Columbia" devrait ainsi être livré à l'US Navy en 2028, le second en 2031... Au total, le budget de ces 12 SNLE est estimé en 2020 par l'US Navy à 110 milliards de dollars. Ces projections financières paraissent très optimistes, le GAO (*Government Accountability Office*) les estimant sous-évaluées d'au moins 27 %. Selon l'US Navy, ce processus de remplacement et de tuilage entre les deux programmes se traduirait par un creux concernant les SNLE disponibles, et donc potentiellement opérationnels. Malgré tout, l'US Navy estime que la chute à dix SNLE disponibles entre 2030 et 2041 ne remet pas en cause ses capacités stratégiques. Ces SNLE conçus pour quarante années d'activité sont en particulier équipés d'un nouveau système de propulsion électrique beaucoup plus silencieux que les systèmes mécaniques.

Dans son sillage, le Royaume-Uni fait de même dans le cadre de la "Special Relationship" (*relation particulière*) nouée durant la seconde Guerre mondiale avec les États-Unis. Les quatre SNLE actuellement en service de classe "Vanguard", entrés en service en 1993-1999, sont conçus et construits au Royaume-Uni mais sont armés de 16 missiles Trident II fournis par Washington. Londres projette de remplacer dans la décennie qui vient ses 4 SNLE actuels par 4 SNLE NG de classe "Dreadnought", dont le premier exemplaire devrait entrer en service vers 2030. Devant mettre en œuvre le même missile balistique Trident fourni par Washington, ils doivent donc disposer du même compartiment missiles que les 12 futurs SSBN-X de l'US Navy. En France, le budget de la dissuasion double entre 2012 et 2025 pour atteindre un coût de 31,6 milliards d'euros, dont 92 % pour les SNLE. Le programme de renouvellement va s'étaler entre 2020 et 2033 avec l'entrée en service de la nouvelle génération de SNLE remplaçant "Le Triomphant" vers 2035 et "Le Terrible" vers 2048.

Les quatre SNLE français ont pour port d'attache la Base opérationnelle de l'Île Longue sur la presqu'île de Crozon alors que l'escadrille de soutien (*ESNLE*) est quant à elle située à Brest. Depuis novembre 1972, au moins un SNLE est en patrouille pour assurer la permanence à la mer de la dissuasion nucléaire. Ces sous-marins ont une longueur de 138 m, une largeur de 12,5 m et un poids de 14.200 tonnes en plongée. Propulsés par un réacteur nucléaire et un groupe turbo-réducteur (*pièce destinée à réduire la vitesse du moteur*) de 30,5 MW, ils peuvent atteindre une vitesse supérieure à 20 nœuds en plongée et une profondeur d'immersion de plus de -300 m. Ils sont servis par deux équipages de 111 marins et disposent de plus de 70 jours d'autonomie. Leur armement est composé de 16 missiles stratégiques nucléaires M-51, de 4 tubes lance-torpilles pour torpilles lourdes et de missiles antinavire. Dans l'avenir, un nouveau programme de SNLE de 3^{ème} génération sera lancé. Aujourd'hui, la Force océanique stratégique (*FOST*) met en œuvre plus de 80 % de la puissance nucléaire du pays, contre 20 % à la composante aérienne, dans le cadre de deux composantes complémentaires répondant à des usages différents.

Pour la Russie, le maintien de sa dissuasion nucléaire en mer, en particulier dans le Grand Nord et l'Atlantique d'un côté et l'océan Pacifique de l'autre, demeure une priorité. En 2018, la Russie dispose de 11 SNLE, dont dix sont opérationnels. Les unités d'ancienne génération de classe "Delta III" et "Delta IV", entrées en service pour l'essentiel entre 1982 et 1986, sont remplacées par la nouvelle génération des "Boreï". Cinq nouveaux "Boreï" ont été livrés entre 2018 et 2022. Chaque "Boreï" emporte 16 missiles "Bulava RSM-56". En mai 2018, le SNLE "Boreï Iouri Dolgorouki" immergé en mer

Blanche a tiré une salve de quatre missiles balistique mer-sol "RSM-56" sur une cible située à des milliers de km dans le polygone de tir de Koura au Kamtchatka, dans l'Extrême-Orient russe.

Pour des raisons historiques, la Chine a longtemps orienté ses efforts, relativement limités, sur la seule défense de son territoire continental et ses abords maritimes immédiats. Il faut attendre les années 1990 pour assister à une hausse continue des budgets militaires, une nette modernisation des armées (*renseignement, spatial, cyberdéfense...*) et l'acquisition de nouvelles capacités de projection de puissance, en particulier maritimes (*missiles anti-navires, sous-marins nucléaires et conventionnels, nouveaux porte-avions, flottes de combat, navires amphibie...*). La Chine disposerait de 335 navires contre seulement 286 à l'US Navy en 2019, même si ces statistiques font largement l'impasse sur le maintien d'un net différentiel qualitatif. L'essor maritime et naval de la Chine constitue en tout cas l'un des principaux facteurs de bouleversement des équilibres géostratégiques mondiaux actuels, en particulier en mer de Chine orientale et en mer de Chine méridionale (*Paracels et Spratleys*). Sur le plan nucléaire, après avoir fait porter ses efforts sur son arsenal nucléaire terrestre et aérien, Pékin a lancé un important programme de SNLE afin de disposer d'une force de dissuasion sous-marine crédible.

La flotte de sous-marins chinois est passé de 58 unités en 2005 à 66 en 2020 et devrait atteindre 76 unités d'ici 2030. À côté de 55 sous-marins conventionnels, les SNA doivent presque doubler de 7 à 13 entre 2020 et 2030. De même, la Chine passe d'un SNLE en 2005 à 4 en 2019 pour atteindre 8 SNLE en 2030. Dès 2015, un SNLE chinois a réalisé une patrouille de 95 jours en mer. Les SNLE de classe "Jin" sont armés avec 12 missiles balistiques JL-2 de plus de 7.000 km de portée. Cette portée permet d'atteindre à partir des eaux proches de la Chine l'Alaska, Guam, Hawaï, la Russie et l'Inde, mais pas le "Mainland" étasunien. Pour autant, la marine met en œuvre la moitié des missiles balistiques chinois capables d'atteindre les territoires des États-Unis. Dans le cadre de sa modernisation, la Chine a lancé un projet de SNLE de 3^{ème} génération. Il serait équipé d'un missile JL-3, testé en novembre 2018, de 9.000 km de portée (+ 29 %).

L'Inde est encore loin de disposer de la triade nucléaire fiable et crédible à laquelle elle aspire, du fait des considérables efforts financiers et technologiques que supposerait cet objectif (*miniaturisation d'un réacteur, développement de têtes nucléaire fiables et d'un missile...*). New Dehli loue ainsi à l'URSS puis à la Russie des SNA depuis 1988 afin de développer les compétences de ses personnels qui demeurent limitées comme l'ont illustré des accidents en 2014 et 2017. En 2017, une écoutille restée ouverte a inondé l'"Arihant I" et l'a immobilisé à quai durant six mois. Il a donc fallu attendre novembre 2018 pour que ce SNLE réalise enfin sa première patrouille de dissuasion de 20 jours et l'année 2020 pour que son second SNLE entre en service alors qu'il a été mis sur cale en mai 2011 pour un lancement alors annoncé pour 2016.

Les exigences de site et de situation propre à la localisation des bases sous-marines dessinent une géographie à toutes les échelles, depuis leur position sur l'océan mondial jusqu'à leur insertion dans l'organisation régionale et, dans certain cas, le tissu urbain.

Un État ne peut déployer ses moyens maritimes, en particulier ses SNLE, sans disposer de ports d'attache et de bases navales efficaces et sécurisées. Du fait de la complexité des systèmes d'armes mis en œuvre, les bases de SNLE sont peu nombreuses : on en compte neuf dans le monde : deux aux États-Unis (*Kings Bay sur l'Atlantique, Kitsap-Bangor/ Seattle sur le Nord Pacifique*), deux en Russie (*Mourmansk/presqu'île de Kola en mer de Barents, Petropavlovsk-Vilioutchinsk sur le Pacifique*), deux en Chine (*Jianggezhuang-Quingdao au nord, Yalong au sud*), une en France (*Brest/ Ile longue*), une au Royaume-Uni (*Faslane, Écosse*) et une en Inde (*Rambilli, Andhra Pradesh*).

La localisation des grandes bases dépend de nombreux paramètres. Aux échelles nationale et mondiale, les facteurs géostratégiques et maritimes prédominent : chaque base s'ouvre sur une grande façade maritime et une grande aire océanique de patrouille. À l'échelle du globe, deux océans sont privilégiés puisqu'ils permettent de menacer directement les centres vitaux, politiques, démographiques, économiques et urbains des puissances ennemies potentielles.

L'Atlantique et ses marges furent longtemps prédominants, en particulier durant la Guerre froide. On y trouve dans un face-à-face Mourmansk (7 SNLE) contre Faslane (4 SNLE, opérationnelle en 1968), Brest (4 SNLE, 1971) et Kings Bay (6 SNLE, 1978). La rivalité entre l'URSS/Russie et les États-Unis se retrouve aussi bien sur dans l'océan Pacifique avec les bases de Petropavlovsk (4 SNLE, 1938) et Kitsap-Bangor/Seattle (opérationnelle en 1977). L'émergence de la Chine, qui se dote en 2008 de la nouvelle base de SNLE de Yalong (4 SNLE), située dans l'île d'Hainan tout au sud du pays, bouleverse les équilibres géostratégiques mondiaux et accroît l'importance stratégique de l'océan Pacifique. Pour y répondre, Washington renforce entre 2003 et 2005 la flotte de SNLE basée à Kitsap-Bangor/ Seattle sur le Pacifique (8 SNLE) au détriment de l'Atlantique (6 SNLE).

Aux échelles locale et régionale, la localisation des bases répond à un certain nombre d'arbitrages concernant les atouts et handicaps relatifs d'un site local et d'une situation régionale. Elles valorisent les qualités d'ouverture sur l'espace maritime, en particulier la proximité d'une profondeur suffisante autorisant l'immersion (-200 m en général) liée à la bordure du plateau continental, et la profondeur du chenal d'accès pour des unités au fort tirant d'eau (SNLE "Le Triomphant" : 10,5 m).

Mais la localisation doit aussi tenir compte des capacités de défense et de protection des ports d'attache offertes par les reliefs et la morphologie du littoral. Situées en relativement haute latitude, les bases de Bangor, Faslane ou Mourmansk se réfugient dans des côtes à fjord, au prix parfois d'un long trajet pour atteindre la haute mer. En revanche, Brest/ l'île longue, Petropavlovsk/Vilioutchinsk et Yalong valorisent des sites de rades ou de grandes baies bien abritées. Seule Kings Bay fait exception par son site quasi-insulaire sur un littoral atlantique bas, marécageux et amphibie à la limite de la Géorgie et de la Floride.

Enfin, l'insertion des bases de SNLE s'inscrit dans des contextes régionaux très différents. Faslane, Petropavlovsk / Vilioutchinsk ou Yalong fonctionnent comme des isolats maritimes et militaires. À l'opposé, Kings Bay appartient à

la grande aire métropolitaine de Jacksonville, un des grands pôles militaires atlantiques des États-Unis, alors que Kitsap-Bangor est proche de la grande métropole de Seattle, capitale de Boeing et de Microsoft. De même, Mourmansk est un vaste complexe industriel et urbain fortement militarisé alors que Brest est en position intermédiaire en étant une métropole régionale fortement marquée par la présence de la Marine mais en voie de diversification.

À l'échelle locale, les grandes bases comprennent des quais, des darses et des bâtiments pour l'accueil, le soutien, la maintenance et la préparation des SNLE et l'embarquement des missiles complets dans le sous-marin. On y trouve aussi des zones pyrotechniques pour l'assemblage des têtes des missiles nucléaires, des bâtiments pour toutes les fonctions de gestion et de commandement, le soutien logistique, la sécurité et des bâtiments pour les zones-vie. Le stockage des missiles, des têtes nucléaires et des combustibles nucléaires est soit intégré, soit dévolu à un site extérieur spécialisé (*Faslane, l'Île longue*). De même, les opérations de grands carénages réalisées régulièrement peuvent être soit intégrées localement, soit réalisées dans ses sites plus ou moins proches (*France : bassin 8 de l'arsenal de Brest ; Royaume-Uni : chantiers de Devonport dans le sud des îles Britanniques*).

La mise en œuvre d'un SNLE mobilise de nombreux moyens d'action concourant à sa sécurité qui construisent au total un système défensif de premier plan faisant de ces bases les endroits géographiquement les mieux protégés au monde. Dans le système brestois, la base de l'Île longue a été décidée par le Général de Gaulle en 1965 et est devenue opérationnelle en 1971 pour assurer la mise en œuvre du "Redoutable" qui commence sa première patrouille en janvier 1972. De petite taille (2 km de long et 500 m large, 150 ha), elle assure l'accueil, le soutien, la maintenance et la préparation des SNLE en mobilisant de nombreux moyens (*ingénieur, ouvriers, marins, marins pompiers, commandos Marine, gendarmerie maritime...*). Mais elle mobilise aussi de nombreux sites et équipements stratégiques à Brest avec par exemple la présence du Centre Opérationnel des Forces sous-marines (*Centops FSM*) qui sont commandées par un amiral, l'Alfost. Dans la presqu'île de Crozon et au-delà se trouvent de nombreuses installations complémentaires (*base aérienne de Lanvéoc-Poulmic, CTM...*)

Sur le trajet entre sa base d'attache et sa dilution en haute mer, un SNLE, qu'il parte ou qu'il revienne de patrouille, est très vulnérable puisqu'il navigue en surface, à 12 nœuds de vitesse moyenne dans le Goulet de Brest. Il a donc besoin de moyens extérieurs pour assurer sa sécurité et sa défense. À Brest, il lui faut une journée de navigation pour atteindre la haute mer. Pour assurer sa liberté de mouvement et sa sécurisation, un certain nombre de moyens militaires terrestres, navals et aériens spécifiques sont mobilisés pour blanchir la zone, selon l'expression consacrée en France. Ainsi, chaque SNLE partant de l'Île longue est systématiquement accompagné d'une frégate d'escorte à capacité anti sous-marine, d'hélicoptères alors qu'un avion de patrouille maritime Atlantique 2 surveille les approches et qu'un SNA ouvre la marche. Régulièrement, la Marine nationale mène des opérations de surveillance renforcées et de nettoyage de la rade de Brest (*opérations Damier*) pour réactualiser la base de données des fonds marins et détecter d'éventuelles anomalies (*présence de mines, d'instrument d'enregistrement de la signature acoustique des SNLE, donc d'écoute et d'espionnage...*). Quel que soit l'État concerné, chaque base de SNLE fonctionne globalement sur le même modèle.

Enfin, par l'importance des emplois directs et indirects, le logement et la consommation des familles, les salaires versés, les achats aux fournisseurs et les investissements réalisés, les bases sous-marines de SNLE sont des acteurs majeurs du dynamisme des économies locales ou régionales dans lesquelles elles sont insérées. Ces logiques de transferts dépendent directement des stratégies définies à l'échelle nationale et des moyens financiers affectés à leur fonctionnement par les centres (*d'où une grave crise à Mourmansk ou Petropavlovsk lors de l'implosion de l'URSS*). L'existence de ces "villes ou régions d'État" participe à leur manière aux politiques d'aménagement des territoires en valorisant des espaces littoraux souvent en positions périphériques ou ultra-périphériques.

Conclusion

La rapide analyse des forces sous-marines révèle les enjeux d'un monde maritimisé, dans lequel les mers et les océans peuvent être perçus comme un océan global, autour duquel les différentes parties du monde se lient en une seule humanité. Dans ce monde, la sécurité est une affaire collective dans laquelle la dissuasion nucléaire joue un rôle majeur.

Cet océan mondial aux enjeux géostratégiques accrus est l'espace où s'opèrent de profonds bouleversements sous l'effet de rivalités de puissances. La géographie apporte des clés indispensables à leur compréhension, parce qu'elle convoque le raisonnement multiscalaire (*d'échelle et d'espace*), comme outil intellectuel pour saisir l'expression de nouvelles recompositions géopolitiques et mettre à jour leurs enjeux. L'éventualité d'un cycle de réarmement invite à mesurer le rôle géopolitique acquis très récemment par la Chine, la prédominance toujours affirmée des États-Unis, et des rapports de puissance qui oscillent entre dualité et multipolarité. Les patrouilles sous-marines tiennent compte des passages stratégiques et des points de tension géopolitique, comme les rivages chinois, où s'entremêlent les enjeux locaux, régionaux, nationaux et mondiaux. La localisation et le rôle des bases sous-marines doivent être compris avec cette grille de lecture, en référence à la fois à l'environnement proche dans lequel les bases s'insèrent, mais également aux échelles des façades et des grandes aires océaniques sur lesquelles elles s'ouvrent et enfin aux nouveaux équilibres mondiaux et à l'importance stratégique désormais majeure du Pacifique.

ANNEXE 14

La Chine dévoile le design de son futur avion de chasse furtif

Article du 03 février 2023 de Thomas Romanacce (*Journaliste Défense du magazine Capital Magazine*)



Pékin veut produire un chasseur furtif de sixième génération bien avant Washington. Le nouvel appareil pourra tirer des lasers et des missiles hypersoniques mais aussi déployer des essaims de drones.

Un rival au futur chasseur furtif américain. Le géant de la défense Aviation Industry Corporation of China (AICC) a diffusé une vidéo présentant un nouvel avion de chasse au design encore inédit pour un aéronef chinois. Selon le South China Morning Post, certains analystes militaires ont provisoirement baptisé cet engin encore anonyme le J-XX. À première vue, ce nouvel appareil ressemble à son prédécesseur de cinquième génération, le J-20. Cependant, le modèle à venir ne possède pas de queue, d'ailerons ou encore de canards. Il s'agit pourtant de pièces essentielles pour manœuvrer en avion de chasse dans de bonnes conditions mais ce ne sera pas un problème pour le J-XX qui

gardera une bonne maniabilité sans avoir recours à ces parties classiques d'un chasseur.

Le design de son fuselage est en forme "d'aile" et ressemble beaucoup au NGAD, le futur avion de chasse furtif américain de sixième génération. Cette forme un peu particulière devrait donner l'aéronef chinois une capacité de furtivité supérieure par rapport au J-20. En effet, la conception sans queue diminue considérablement le profil de l'appareil face à de nombreux types de radars opérant sur plusieurs fréquences. Le J-XX devrait aussi avoir un plus grand rayon d'action et une consommation de carburant plus faible que ses prédécesseurs.

Wang Haifeng, le chef de l'Institut de recherche et de conception d'aéronefs de Chengdu, a déclaré au SCMP que l'appareil pourra être équipé de nombreuses technologies avancées. L'engin pourra tirer des lasers, des missiles hypersoniques et pourra également déployer des essaims de drones. Selon Andreas Rupprecht, expert en aviation militaire, ce chasseur furtif pourrait entrer en service vers 2035. Si Pékin respecte ce calendrier, un vol inaugural d'un premier prototype pourrait avoir lieu dès 2026.

La conception rapide du projet chinois inquiète donc les hauts gradés du Pentagone. En septembre 2022, le chef du commandement du combat aérien américain, le général Mark Kelly, a déclaré que l'US Air Force devait s'assurer d'être la première à produire un chasseur de sixième génération, car la Chine était déjà "sur la bonne voie" pour en produire un. Ce qui n'a pas l'air de ralentir les ardeurs des chercheurs chinois... L'organe de propagande de Pékin, le Global Times, a indiqué que les ingénieurs travaillant sur cet avion furtif étaient convaincus de produire l'appareil avant leurs rivaux américains.

ANNEXE 15

Djibouti annonce la première base de lancement spatial en Afrique

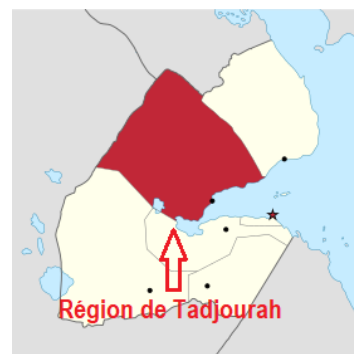
Le continent, idéalement situé autour de l'équateur, connaît un net engouement pour l'espace. Le ciel y est désormais vu comme un outil crucial de développement, et de souveraineté.

Une annonce surprise, mais pas si surprenante. Le président de Djibouti, Ismaël Omar Guelleh, a révélé, début janvier, sur Twitter, un projet de construction d'une base de lancement spatial dans la région de Tadjourah (*au Nord de Djibouti*), en partenariat avec la société chinoise Hong Kong Aerospace Technology. Un projet d'envergure pour ce pays de la Corne de l'Afrique, qui a, depuis longtemps, misé sur sa situation stratégique, à l'entrée de la mer Rouge, l'une des routes commerciales les plus empruntées au monde, pour développer son économie. Avec cette base spatiale à 1 milliard de dollars (933 millions d'euros) sur cinq ans, cet Etat désertique parie, cette fois, sur sa grande proximité avec l'équateur.

Le projet est encore balbutiant – seul un protocole d'accord a été signé –, mais une source à la présidence djiboutienne affirme qu'un accord définitif est attendu pour avril ou mai, après une visite d'experts djiboutiens en Chine. Si elle sort de terre, cette base deviendrait alors la seule en activité en Afrique, unique continent ne disposant aujourd'hui d'aucun site de lancement.

Quelques satellites ont bien été mis en orbite jusque dans les années 1980 depuis le Kenya, où une base gérée par des Italiens à Malindi, sur l'océan Indien, est ensuite tombée en désuétude. En 2021, des informations de presse avaient révélé la volonté de la Turquie d'implanter une base spatiale en Somalie, où Ankara possède déjà un site militaire. Mais rien ne s'est concrétisé depuis dans ce pays en proie à de multiples crises, dont l'insurrection des islamistes chabab.

La Chine élargit donc très significativement ses propres intérêts économiques et politiques en Afrique, notamment à Djibouti, terre francophone.



Selon Chehem Watta (*âgé d'une soixantaine d'année*), écrivain et poète djiboutien de renommée mondiale, **continuer de parler et d'écrire français reste pour lui un ballon d'oxygène.**



Mais le regard qu'il porte aujourd'hui sur la relation entre la France et son pays, Djibouti, est très significatif. Voici ses propos :

« Cette relation a connu plusieurs périodes. Pendant les dix premières années suivant l'indépendance (en 1977), nous avons gardé une relation très forte, notamment parce que nos voisins, l'Éthiopie et la Somalie, avaient des prétentions territoriales sur notre jeune république. Nos hommes politiques ont donc signé un accord de défense et de coopération avec la France. Celui-ci était le garant de notre sécurité. Les relations étaient très fortes sur le plan universitaire aussi, car il y avait beaucoup de conseillers techniques. Cette relation était en défaveur de Djibouti, mais nous avons besoin de cette France

qui rayonnait sur le plan international. On s'habillait à la mode française dans des magasins comme Le Petit Paris ou L'Oriental Store. Les Djiboutiens attendaient jusqu'à 22 heures le journal d'Antenne 2 et tous les débats politiques français se prolongeaient dans les foyers, les bureaux et les cafés.

Et puis, la France a réduit sa présence militaire et les gens l'ont ressenti comme un abandon.

Mais dans toutes les relations, il y a des aléas. Au début des années 1990, il y a eu quelques turbulences avec Paris, à cause notamment de la guerre civile (de 1991 à 1994, entre le gouvernement et le Front pour la restauration de l'unité et la démocratie, dirigé par l'opposant Ahmed Dini). La France a ensuite réduit sa présence militaire et les gens l'ont ressenti comme un abandon. Il faut savoir que beaucoup de Djiboutiens louaient leurs maisons à des militaires français et ils ont perdu à ce moment-là une importante source de revenus. Les restaurateurs ont aussi perdu de nombreux clients avec le départ des soldats.

Les autorités politiques ont alors souhaité diversifier les partenariats et se tourner vers les pays du Golfe, comme l'Arabie saoudite, mais aussi vers l'Éthiopie, avec laquelle nous avons des liens commerciaux importants. Notre coopération avec la France a donc été réévaluée. Dans cette période charnière, nous nous sommes aussi tournés vers la Turquie. Les États-Unis, la Chine et le Japon ont ensuite installé leurs bases militaires à Djibouti. La visite officielle d'Emmanuel Macron (en mars 2019) a fait du bien entre nos deux pays. Accueillir un président français manquait aux Djiboutiens. Je pense que cette visite va redynamiser notre coopération. »

La France perd de son influence en Afrique. Pourquoi selon lui ?

« C'est surtout le cas dans les pays d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique centrale. Au niveau de Djibouti, la France n'est pas détestée, ni détestable. Mais il est vrai qu'il y a d'autres acteurs et que l'influence de la France s'est diluée dans cette ouverture politique, économique et linguistique avec le monde arabo-musulman notamment. La France est quasiment devenue un partenaire comme un autre, même si nous continuons de parler français et que nous avons un attachement profond à cette langue.

Ce qui a marqué les Djiboutiens de ma génération, c'est la francophonie. Elle a imprimé notre imaginaire et nous a permis d'entrer dans la littérature. Le centre culturel Arthur-Rimbaud, au milieu des années 1990, invitait de grands écrivains, pas seulement français mais francophones. Il a reçu Andreï Makine, auteur du "Testament français", l'Ivoirien

Ahmadou Kourouma, auteur du "Soleil des indépendances" et d'"Allah n'est pas obligé", la Sénégalaise Aminata Sow Fall... Ils étaient invités par le ministère de l'éducation nationale et le Centre culturel français, et c'était vraiment la fête dans les collèges et lycées. C'était l'âge d'or de la francophonie à Djibouti, une magnifique ouverture sur l'Afrique. Ensuite, les investissements dans le secteur culturel ont été réduits et la France a perdu de son prestige. Dans un autre domaine, je pense aussi que les restrictions de visas ont terni l'image de la France. Voyager ou étudier à l'étranger permet de créer des relations très fortes avec un pays. »

D'après lui, comment inverser cette tendance ?

« Djibouti est devenu un îlot francophone entouré de pays anglophones et arabophones. Continuer de parler et d'écrire français est un ballon d'oxygène. Il faut revitaliser les mécanismes de coopération et l'Institut français doit travailler avec les institutions nationales qui s'occupent du secteur culturel. A Djibouti, la présence française n'est pas politisée. Il faut en profiter. »

ANNEXE 16

Compostage obligatoire à partir du 1^{er} janvier 2024

L'inquiétude se lit sur certains visages, surtout chez les citadins en apprenant que dans moins d'un an, ils devront se mettre au tri de leurs déchets alimentaires. Le compostage ne se fait pas qu'à la campagne... C'est réellement compatible avec la "vie parisienne", à l'aide d'un point de collecte de déchets alimentaires qui devra être installé près de chez eux.



Épluchures, coquilles d'œufs, restes de repas, mouchoirs et produits périmés sans emballages, tout y passe. À partir du 1er janvier 2024, ces restes alimentaires devront être triés à la source par tous les Français. Le but, valoriser ces biodéchets. Selon L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), ils représenteraient 30 % des ordures ménagères résiduelles, soit plus de 80 kg de déchets par habitant, chaque année. Leur valorisation permettra la production de compost à la place d'engrais synthétique et de biogaz utile pour notre énergie. Cela limitera également les émissions de gaz à effet de serre associées à leur décomposition dans les décharges. L'ADEME estime ce gain à plus de 800.000 tonnes de CO₂e/an évitées, selon Maguelonne Joubin, adjointe au chef du bureau Politique Climat et Atténuation, au ministère de la Transition écologique. Maguelonne Joubin le répète, plusieurs solutions existent. Selon le contexte territorial, le tri et la valorisation des biodéchets peuvent être réalisés par une collecte en porte à porte, en bornes fixes, lors des marchés hebdomadaires, ou à domicile par exemple avec un composteur de jardin. Porte-à-porte, benne fixe, ou bac à domicile ? À Paris, trois expérimentations de ramassage des déchets alimentaires en porte-à-porte sont menées depuis quelques années dans les II^e, XII^e et XIX^e arrondissements. Le tri se fait, mais difficilement dans les immeubles. On se heurte au mur des gardiens et des gardiennes qui ont un rôle d'intermédiaire important à jouer. Vu que cette profession disparaît, tout repose maintenant sur la collectivité, selon Frédéric Badina, conseiller de Paris de la mairie du XVIII^e en charge de l'économie circulaire. Les marchés alimentaires sont l'un des points forts de collecte de biodéchets. Des bacs spécifiques à cet effet avec couvercle sont déjà mis en place. Des bios seaux et de la documentation sont distribués aux habitants, et ça marche plutôt bien. Certains bacs de tri pérennes voient le jour partout en ville. Reconnaisables à leur couleur vert olive, ces abris bacs en métal ont la particularité d'être hermétiquement fermés. L'une des craintes du tri alimentaire est la nuisance olfactive et les nuisibles. Ces bacs n'en génèrent pas. Ils sont lavés aussi souvent que possible et n'ont jamais fait l'objet de retours négatifs. Un autre système, un peu plus laborieux existe : le bac à compost. Épluchures, coquilles d'œufs, restes de repas, mouchoirs et produits périmés sans emballages, tout y passe. En collectif, il peut être installé dans un hall d'immeuble si au moins sept ménages se rassemblent pour s'en occuper. Un maître composteur sera alors désigné. Un particulier peut en installer un, seule contrainte, avoir un jardin. Le compostage peut aussi se faire en appartement avec un lombricomposteur. Malgré ce mot barbare, rien de plus simple. Des vers de terre se nourrissent des déchets pour en produire un engrais. Il y aura forcément des dysfonctionnements au début. Dans le Grand Paris, les communautés d'agglomération utilisent chacune des méthodes différentes. Vallée Sud, dans les Hauts-de-Seine préfère déployer une poubelle supplémentaire avec deux ramassages par semaine. Seine Ouest compte distribuer des kits de tri avec des sacs-poubelles compostables. Ils seront ensuite à déposer dans de nouveaux bacs marrons. Certaines communes offrent même des bacs à compost et lombricomposteurs. Les autres métropoles Françaises mettent en place, petit à petit, des bornes de déchets alimentaires comme à Lyon ou à Marseille. Soyons clairs, l'échéance du 1er janvier 2024 est fixée au niveau européen. Si certains Français ne respectent pas les consignes, ils s'exposent à une contravention de 35 euros. On sait aussi qu'il faut un temps d'adaptation et de tolérance. De quoi commencer le tri alimentaire dès maintenant.



Il faut souligner que l'article R632-1 du Code pénal est clair en matière de non-respect des consignes de tri. Nous encourrons une amende pour un mauvais compost (35 € avec une majoration pouvant aller jusqu'à 75 €) dès la 1^{er} janvier 2024.

Le fonctionnement et les utilisations du composteur lambda. C'est un fait désormais : le recyclage s'imisce petit à petit dans nos vies de citadins surbookés. Une issue que personne n'avait réellement vu venir. Et pourtant, c'est bel et bien réel, les bacs à compost foisonnent dans les ménages français, même sur les balcons d'appartements. Mais encore faut-il comprendre le fonctionnement de ce procédé pour s'y mettre. Nous allons parler du composteur, cet outil nécessaire au compostage qui joue un rôle important pour la préservation de la planète. À quoi sert-il ? Comment en dénicher un bon, et surtout, comment s'en servir ?

Si nous lisons un tant soit peu les news, nous savons alors, d'ores et déjà, que les détritiques sont une source incommensurable de problèmes divers. Pollution, consommation d'énergie fossile et massacre d'animaux sauvages (*mers et océans*). Tout un éventail de situations catastrophiques qui ont lieu à notre insu, en partie, à cause de nos ordures ménagères. Le principe du composteur, c'est de réutiliser une partie de ces déchets pour les valoriser à petite échelle. On entend par là, donner une seconde vie à nos ordures ménagères en les transformant en engrais, par exemple.

C'est là, tout l'intérêt du composteur, ce bac d'un format généreux est l'épicentre même de l'opération. Le quartier général où la fermentation / digestion va se passer et où les produits finaux sont collectés. Pour ce faire, pas besoin d'un appareil trop sophistiqué, un simple caisson en bois fera l'affaire.

C'est là toute la subtilité du compostage : pas besoin d'investir dans du matériel trop coûteux et qui pourrait, lui-même, présenter un danger pour l'environnement. On privilégie le minimalisme avec des composteurs basiques, mais efficaces. Le composteur doit, par ailleurs, comporter certains éléments génériques, utiles au bon déroulement du compostage, par exemple :

- Une trappe de récolte pour le produit fini.
- Une porte pour sceller le compost.
- Un grillage pour la répartition des couches.

Tout ce que nous avons à faire, c'est de nous procurer un composteur assez grand pour accueillir notre volume de déchets quotidiens. Alors idéalement, le composteur se pose dans le jardin, mais nous pourrions très bien l'installer sur une terrasse, un balcon ou même une véranda. Veillons, toutefois, à ce qu'il soit posé à même le sol, en jardin, ce dernier doit être en contact avec la terre / le gazon pour aider à la circulation des insectes et micro-organismes. Ça ne veut pas dire pour autant, que le composteur doit être laissé n'importe où.

Il faut à tout prix le protéger des rayons du soleil, mais aussi de bourrasques trop fortes. Un endroit à l'ombre, isolé et bien aéré est recommandé. Ce que nous allons faire ensuite, c'est y entreposer vos débris domestiques, en prenant bien soin de les trier. Faisons une pile pour chaque catégorie au début, puis mélangeons-les au fur et à mesure de la décomposition.

Veillons également à bien refermer la porte latérale pour que le compost garde son humidité et que les odeurs dégagées ne viennent s'infiltrer chez nous. Nous pouvons même arroser régulièrement et très légèrement notre compost pour nous assurer qu'il est assez moite. C'est une opération à ne pas trop refaire, au risque de noyer les microorganismes composteurs.

Que mettre dans mon composteur ? À vrai dire, c'est la question qui revient le plus souvent. Même si ça paraît assez simple, nous devons savoir que tous les aliments que nous jetons ne sont pas les bienvenus dans un composteur. On y jettera principalement les aliments organiques, comme les pelures de légumes et de fruits, les pépins et les noyaux, le riz et les féculents (*pâtes*). Nous pourrions également y incorporer nos marcs de café, ainsi que les filtres qui vont avec. Mention spéciale pour les coquilles d'oléagineux et d'œufs : elles doivent absolument être brisées finement avant d'être ajoutées au composteur. Le papier, dans toutes ses formes (*essuie-tout, carton...*) est également accepté. En revanche, on évitera tout ce qui est pain, ail, oignon et viandes.

Nous voilà maintenant suffisamment informés, nous permettant ainsi d'anticiper cette échéance du 1^{er} janvier 2024.

ANNEXE 17

Mort du capitaine Michel CROCI

La Base Aérienne 106 de Bordeaux porte son nom

Voici un témoignage du Colonel(H) VILLECROZE Jean-René

Le Tchad - L'histoire du Tchad est depuis longtemps liée à celle de la France, depuis que les conventions signées avec l'Angleterre et l'Allemagne en 1890 et 1894 réservèrent à la France un accès au Tchad.

La pacification du Tchad est acquise en 1917.

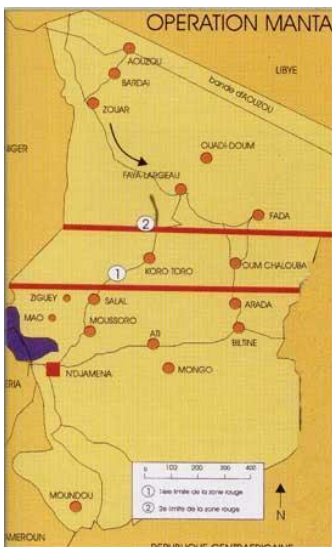
Depuis, nos histoires cohabitent et nous sommes forcés d'intervenir chaque fois que des dictateurs commandités par une autre puissance tentent de s'emparer du pays.

Dans les années 80 ce fut Goukouni Oueddeï, armé par la Lybie de Kadhafi, qui essaya de détrôner Hissen Habré représentant de la France.

La FAR : Force d'Action Rapide - La France se découvre l'opportunité de déplacer ses avions de chasse hors du territoire, grâce au ravitaillement en vol. Il se crée donc, la FAR, composée d'avions de transport, de chasse, et d'unités combattantes terre, air mer, prêtes à se projeter en quelques jours n'importe où.

La ligne rouge - Le Tchad est compris entre le 10^{ème} et le 20^{ème} parallèle nord.

La Lybie de Kadhafi, ennemi de la France pour de multiples raisons qui sont économiques et géopolitiques, est située au nord du Tchad après le Tibesti.



La France décrète que tout franchissement du 15^{ème} parallèle (repère 1) par des forces armées sera considéré comme une attaque et il y aura autorisation de l'ouverture de feu. Elle baptise cette ligne, la ligne rouge, et plus tard la remontera encore plus haut : au 16^{ème} parallèle (repère 2).

Les troupes rebelles

Depuis le mois d'août 1984, 3.000 soldats Français veillent sur le Tchad, et sur cette fameuse ligne rouge, un pays grand comme la moitié de la France et sur une largeur de 900 kilomètres entre le Niger et le Soudan.

Nous sommes le 25 janvier 1984, je suis au Tchad depuis le début du mois, avec mon ami Michel Marié.

Les troupes rebelles de Goukouni Oueddeï progressent en silence radio total, et attaquent le poste Gouvernemental de Ziguéy avec l'intention de tester nos réactions et faire pression sur nous en faisant des prisonniers.

Le poste de Ziguéy est situé sur le 15^{ème} parallèle, défendu par les troupes Gouvernementales de Hissen Habré. Ces troupes appelées FANT furent celles qui l'amenèrent au pouvoir quelques années auparavant.

25 véhicules chargés de 200 hommes de l'Armée Nationale de Libération (ANL), avec fusées SAM 7, canons et armes légères, attaquent le village bâti autour d'un point d'eau.

Les combattants FANT résistent, mais le combat tourne vite à l'avantage des assaillants.

Le repli - Les assaillants décrochent à la tombée du jour, faisant dix prisonniers et deux otages Belges (Christian Delzenne et Marie-Chantal Rouckens une sage-femme de "Médecins sans frontières").

Ils se réfugient autour d'un point d'eau, à l'abri de bosquets, et attendent la nuit pour se déplacer. Ce point d'eau s'appelle TORODUM, situé sur le 16^{ème} parallèle.

Depuis leur attaque, les assaillants ont progressé de 120 km vers le nord, se croyant en sécurité.

Le repérage - Le dispositif de surveillance est amélioré par la présence de l'avion de la Marine Nationale : un Breguet Atlantique bourré d'électronique, qui est capable de détecter tous les déplacements et tous les mouvements sur la terre. C'est lui qui localise les troupes rebelles et donne l'alerte.

Aussitôt un C135 ravitailleur, 2 Jaguar et 2 Mirage F1 en alerte décollent pour faire une reconnaissance photo.

Les jaguars, grâce à leur caméra sont chargés de prendre les photos pour l'Etat-major, alors que les deux Mirage F1 restent en altitude pour les protéger.

L'attaque - Les deux Jaguar du 4/11 de Mérignac s'apprêtent à 50m du sol, à faire leur passage.

Le Capitaine Guérin est dans le premier Jaguar.

Le Capitaine Croci est dans le second.

Au passage du premier Jaguar, le Capitaine Guérin ne s'aperçoit pas que les balles et les obus sifflent autour de lui.

Le Capitaine Croci surgit à 50m du sol, caméra armée. Deux cents armes sont pointées dans sa direction, et surtout les canons de 14,5 et 23mm, des fusées Sam 7, et un quadri-tubes soviétique de 23,7mm. Cette mitrailleuse de très gros calibre à 4 canons tire 1.200 coups minute par tube, soit 4.800 projectiles par minute. Elle est dirigée par radar, et munie d'un viseur à système de déplacement, qui lui permet d'envoyer avec précision sur sa cible mouvante une terrible giclée de balles de 2,5cm de diamètre.



Le crash - Soudain, le manche du pilote devient béton et l'avion est incontrôlable. Il se met sur la tranche, touché dans son système hydraulique, point vital de l'avion.

Le pilote comprend qu'il va s'écraser et actionne son siège éjectable qui part à l'horizontale.

Le parachute ne pouvant de ce fait s'ouvrir, le Capitaine s'écrase avec son siège.

Son corps sera récupéré 5 jours plus tard au cours d'une mission en hélicoptère.

Le Capitaine Guérin arme ses 2 canons de 30mm, vire sur l'aile et mitraille la colonne.

En plusieurs passages il largue ses 30 obus, aidé par les Mirage qui se mettent de la partie.

Ils évitent le Toyota blanc des médecins, et détruisent entièrement la colonne.

Le retour vers la base de N'DJAMENA - La colonne nettoyée, les 3 chasseurs et le C135 mettent le cap sur la base, mais un Mirage est touché et perd tout son carburant. Il ne lui reste plus que 5 minutes d'autonomie, et un ravitaillement en vol n'est pas possible car il n'aurait pas assez de carburant pour accomplir la procédure de contact.

Les 4 avions rentrent alors et s'attendent à l'éjection du pilote du Mirage dès que son réacteur s'éteindra.

Le Mirage arrive à se poser et tombe en panne de carburant sur la piste.

Plus tard au débriefing nous irons reconforter le pilote car il a été rudement secoué par son aventure.

Le commandement considère qu'il vaut mieux le rapatrier et lui éviter pour le moment d'autres missions.

Malheureusement nous apprendrons qu'il se tuera un peu plus tard à Reims lors d'une procédure atterrissage ILS, qui fera d'autres dégâts.

Finale Goukouni Ouddaï parviendra à ses fins, forçant Hissen Habré à reprendre le maquis avec ses FANT, comme il l'avait fait les années précédentes avant d'être Président.

Quant à mon ami Michel Marié, après toutes ces aventures, il se tuera bêtement lors d'un accident domestique, alors qu'il coulait des jours paisibles à Mont de Marsan, comme quoi...

Le capitaine Michel Croci, né le 26 juillet 1944 à Montmartin-sur-Mer dans la Manche et mort pour la France le 25 janvier 1984 à Torodum (Tchad) était un pilote de chasse expérimenté de la 11^{ème} escadre de chasse. Engagé dans l'armée de l'air en mai 1965, il est rapidement devenu un pilote de très grande valeur, totalisant 3.860 heures de vol, dont 1.100 heures sur Jaguar. Le 25 janvier 1984, alors qu'il était chef de détachement à N'Djamena dans le cadre de l'opération Manta, il s'est envolé pour la dernière fois à la tête d'une patrouille mixte de Jaguar et de Mirage F1 pour effectuer cette mission de reconnaissance armée au-dessus d'éléments hostiles dans la région de Torodoum. Touché par les tirs d'une colonne de rebelles, son avion a explosé en vol. La mention "Mort pour la France" lui a été attribuée par décision ministérielle et il a été cité à l'ordre de l'armée aérienne à titre posthume le 3 février 1984. Sa personnalité, sa foi très profonde en la mission, son rayonnement et son dynamisme lui avaient permis de s'imposer très rapidement comme chef des opérations de l'escadron. Chef de détachement dans le cadre de l'opération Manta, il a fait le sacrifice suprême dans l'accomplissement de son devoir.

Tué sur le coup, à l'âge de 39 ans, lors de cette mission de reconnaissance armée au-dessus du Tchad dans le cadre de l'opération Manta, ses obsèques ont été célébrées le 3 février 1984 à la Base Aérienne 106 de Bordeaux-Mérignac, en présence de Charles Hernu, ministre de la Défense.

Le 23 mai 1995, la Base Aérienne de Bordeaux-Mérignac reçoit le nom de tradition de "Capitaine Michel Croci" (*photo ci-contre*).

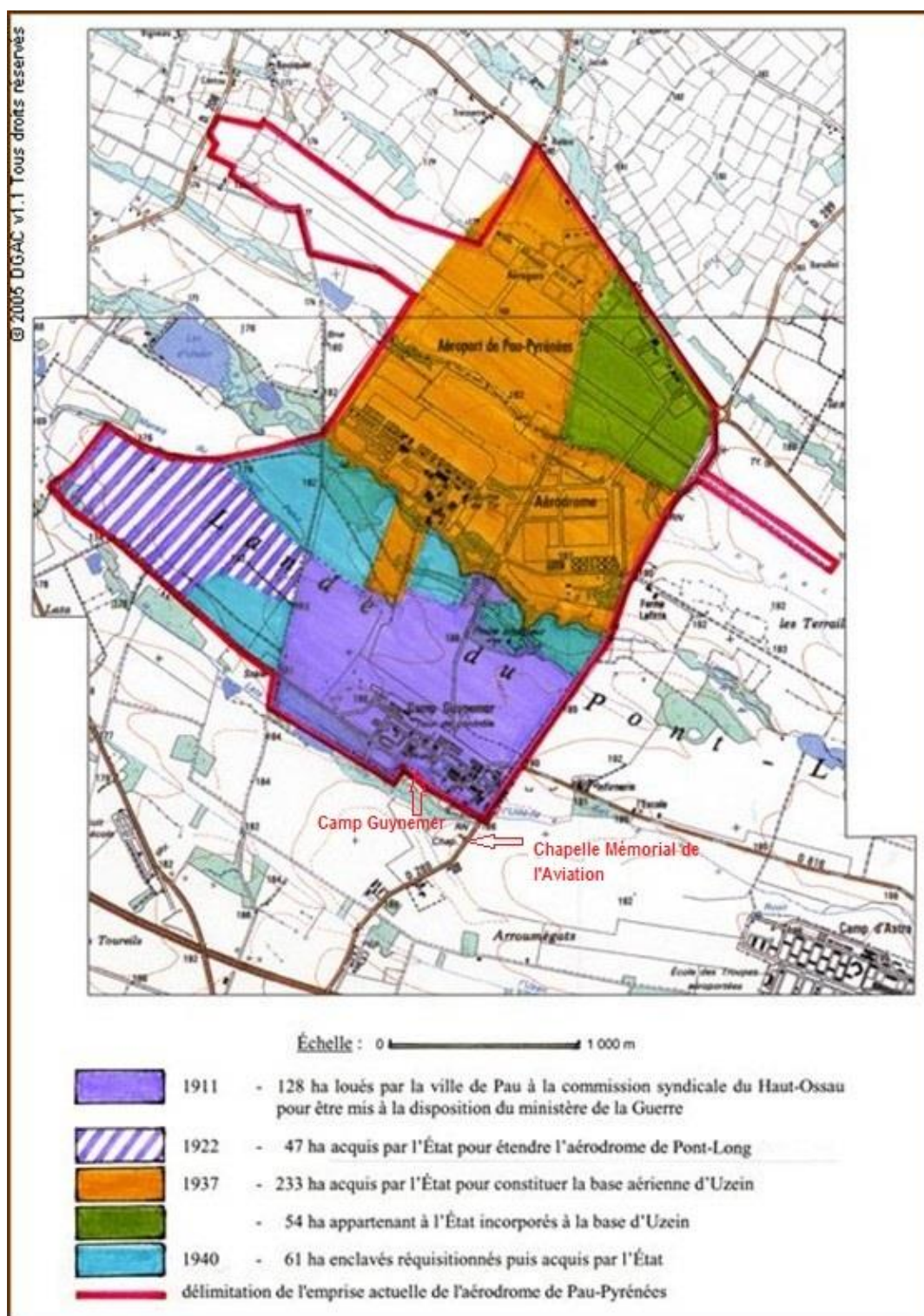


Par ailleurs, une stèle inaugurée le 7 janvier 2009 perpétue sa mémoire à Abéché, au Tchad, dans l'enceinte de la Base Aérienne "Lieutenant-colonel d'aviation Mahamat Hassan Hangata".

ANNEXE 18

Aérodrome militaire de PAU - PONT-LONG

Aéroport de Pau – Pyrénées d'aujourd'hui



L'activité aéronautique du site de Pont-Long trouve sa lointaine origine en décembre 1908, au moment où, saisissant les avantages que leur offrait la ville de Pau, les frères Wright quittèrent la région du Mans pour y établir leur école de pilotage. L'exceptionnelle renommée que connut cette dernière et le climat dont elle bénéficiait firent qu'ils furent rejoints par Blériot en novembre 1910 puis par l'école Astra Aéronautique l'année suivante.

Pour plusieurs raisons (*concentration autour de Paris de la construction aéronautique, moindre importance des conditions climatiques, ...*), ces écoles, comme celles qui s'y greffèrent (*Deperdussin, Morane-Saulnier, Nieuport et Voisin*), disparurent du paysage palois aussi vite qu'elles s'y étaient installées.

De manière, en revanche, à faciliter l'installation d'un centre d'aviation militaire auprès de sa garnison, la ville de Pau convint en août 1911 avec le ministère de la Guerre de donner gratuitement à l'État et sans limitation de durée la concession des 128 ha de lande (*aplat violet sur l'extrait de carte*) appartenant à la commission syndicale du Haut-Ossau et dont celle-ci acceptait de lui accorder location à cette fin. Sauf un certain nombre de propriétés privées qui s'y trouvaient enclavées et seront acquises par la suite par l'État, cette surface concédée était limitée par deux routes (*dont l'actuelle R.D. 289, celle de la Chapelle Mémorial de l'Aviation*) à l'est et à l'ouest, par le marais de l'Uillède au sud et par le ruisseau d'Ayguelongue au nord.

Conservant son statut de centre d'aviation militaire, l'aérodrome de Pont-Long figura parmi ceux sur lesquels les avions de l'aéronautique commerciale comme les pilotes civils appartenant aux puissances signataires de la convention de Paris furent, à partir de 1920, autorisés à atterrir.

Dans l'intention évidente d'allonger ultérieurement la ligne d'envol est-ouest, l'État acquit en mars 1922 un terrain de 47 ha (*hachuré en violet sur le plan*), dit alors "annexe Wright", situé au-delà de la route limitant à l'ouest l'aérodrome et appartenant au syndicat du Haut-Ossau. Toutefois, la coupure de la route de Lescar à Uzein n'intervint pas, de sorte que le terrain acquis en 1922 sera, sept ans plus tard, donné à bail par l'État à son ancien propriétaire.

En 1937, le ministre de l'Air décida d'aménager une "base aérienne" au nord du ruisseau d'Ayguelongue - destiné dès lors à constituer la limite commune à la nouvelle et à l'ancienne plate-forme - et prescrivit, en décembre de la même année, l'acquisition des 233 ha nécessaires (*aplat orangé sur le plan*) selon la procédure d'urgence instituée par les décrets-lois du 30 octobre 1935.

À ces parcelles d'origine privée s'ajoutait, au nord-est, un terrain de 54 ha (*aplat vert sur le plan*), dit encore "annexe Nieuport", qui avait été acquis par l'État en 1921 et sur lequel l'Armée de Terre avait stocké le matériel d'un centre de mobilisation d'infanterie. Tous ces terrains étant pour leur plus grande part situés sur le territoire de la commune d'Uzein, celle-ci donna son nom à ce second aérodrome tant que ce dernier demeura séparé du premier.

La valeur des terrains à acquérir ayant été au départ sous-estimée, leur acquisition dut donner lieu à revalorisation des bases sur lesquelles ils furent expropriés en juillet 1938. La commission arbitrale d'évaluation eut tout de même à statuer en juillet 1939 et l'une de ses décisions fit d'ailleurs l'objet d'appel.

En avril 1940, 61 ha (*aplats bleus sur le plan*) enclavés entre les deux aérodromes ou entre ceux-ci et l'annexe Wright furent réquisitionnés par l'État en vue d'élargir la plate-forme de Pont-Long par comblement de la dépression de Campelut parcourue elle-même par le ruisseau d'Ayguelongue.

En juillet 1940, le secrétaire d'État à l'Aviation du gouvernement de Vichy décida :

- D'acquérir, au besoin par expropriation, les terrains récemment réquisitionnés,
- De poursuivre les démolitions entreprises sur l'annexe Wright et l'ensemencement de l'extension de la plate-forme de Pont-Long ainsi obtenue,
- D'ensemencer également la plate-forme d'Uzein dont le drainage était en voie d'être terminé,
- De conclure l'achèvement en cours de l'aménagement d'une voie de 40 m de largeur reliant les deux plates-formes de Pont-Long et d'Uzein par deux passages sur l'Ayguelongue et le Loupèche en utilisant les arbres abattus sur les rives de la première.

Lorsqu'ils prirent possession des lieux, deux ans après, les Allemands y effectuèrent d'importants travaux de nivellement mais ne dotèrent pas comme ailleurs l'aérodrome d'importantes infrastructures bétonnées.

À leur départ, ils détruisirent par minage les hangars épargnés par un récent violent bombardement allié, de sorte que les projets qui pouvaient être faits à la Libération n'étaient contraints par aucun autre existant que celui de la configuration hydrologique du terrain, elle-même caractérisée par la présence de ruisseaux sensiblement parallèles, orientés Ouest Nord Ouest / Est Sud Est, découpant le sol en dos d'âne successifs et ne permettant l'aménagement de bandes d'envol que selon cette direction.

Mis par décision ministérielle d'août 1945 à la disposition de l'état-major de l'Armée de l'Air, à titre principal, et de la direction des Transports aériens, à titre secondaire, l'aérodrome de Pont-Long - Uzein accueillit, en décembre de la même année, l'école des parachutistes de Lannion qui dépendait encore à l'époque de l'Armée de l'Air.

Intervenu l'année suivante, le rattachement des unités aéroportées à l'Armée de Terre souleva l'important problème de savoir dans quelles conditions une affectation du terrain pouvait être prononcée au bénéfice d'un ministère dont l'activité n'était pas aéronautique à titre principal et sous quel régime administratif les parachutistes de Pau allaient pouvoir continuer à occuper des locaux affectés à l'Armée de l'Air et gérés par le département chargé des Transports. Une solution provisoire fut trouvée pour le second volet de cette énigme jusqu'à ce que, ne se sentant pas chez eux dans la partie est du camp Guynemer mise à leur disposition à titre de prêt, les parachutistes trouvent refuge hors aérodrome sur l'emplacement de l'ancienne école Astra.

ANNEXE 19

Blagounettes

Mieux vaut rire que pleurer ! C'est reconnu, les blagues permettent d'évacuer le stress, de positiver, de réduire la douleur et de vaincre la routine. Autour de nous, il existe plusieurs possibilités qui nous permettent de rire, parmi lesquels les blagues.

La blague, appelée également histoire drôle ou gag, une fois racontée, entendue ou lu déclenche le rire. Ce mot fait son apparition pour la première fois en 1809. L'utilisation du terme "blague" dans le sens que nous connaissons aujourd'hui serait née dans le cercle militaire durant la période de Napoléon 1^{er}. La blague se décline aujourd'hui sous plusieurs formes (*jeux de mots, devinettes, contrepèteries, calembours etc...*).

Pain au chocolat

C'est un pain au chocolat qui rencontre un croissant et qui lui dit :

« *Eh, pourquoi t'es en forme de lune toi ?* »

« *Oh, j't'en pose des questions, moi ? Est-ce que j'te demande pourquoi t'as une merde au cul ?* »

Une femme discute avec une amie

Une femme discute avec une amie :

« *J'ai un mari en or.* »

L'autre lui répond :

« *Moi, le mien, il est en taule.* »

Toto et les maths

Toto fait des maths :

« *Toto si tu as 10 bonbons et que Mathieu t'en prends un combien il t'en reste ?* »

« *10 bonbons et un cadavre* »

« *Toto si je te donne 50 gâteaux et tu en manges 48 tu as donc ?* »

« *Mal au ventre.* »

Toto à l'école

Toto a eu 20/20 en rédaction et sa maitresse lui dit :

« *Tu peux me l'avouer, ta mère t'a aidée* »

« *Non, elle ne m'a pas aidée, elle l'a faite toute seule* »

Sous-marin

Qui a inventé le sous-marin ?

Les Français en essayant de construire un bateau

Blague

Quelle est la différence entre un sapin et toi ?

Il n'y en a pas, le sapin c'est un conifère et toi tu es conne et on ne sait rien n'y faire.

Fraise cavalière

Que dit une fraise sur le dos d'un cheval ?

- Tagada !