

20 000 SONS SOUS LES MERS

L'univers sonore subaquatique au cinéma :

Dialogues entre innovations techniques,
esthétiques narratives et imaginaire collectif

Sous la direction de Valérie Deloof,
Jean-Pierre Laforce, Jacques Descomps
Aide à l'écriture : Térésa Faucon
Remerciements à Jérôme Wiciak et Sandrine Maës

Mémoire de fin d'études
Emilien Blondeel-Maës
Département Son - Promotion 2025

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
DES MÉTIERS DE L'IMAGE ET DU SON

La femis

a. laban

INTRODUCTION.....	2
I. La construction d'un imaginaire collectif lié aux profondeurs marine.....	7
1. Évolution historique des représentations sonores et visuelles des océans.....	7
Des profondeurs tapies dans l'ombre.....	7
Début de l'océanographie.....	11
2. Les attentes des spectateurs face aux sons des profondeurs.....	17
3. L'effet psychologique des sons sous-marins sur le spectateur.....	23
Deux écoutes aux antipodes.....	23
La musique en résonance avec l'affect du spectateur.....	24
Le portrait sonore de la mer.....	26
II. Les enjeux techniques et esthétiques de la conception d'un environnement sonore sous-marin à l'ère du numérique : de l'écriture du film à son mixage.....	27
1. De l'écriture du film à la post-production : définir un cadre d'enregistrement et de création pendant et hors période de tournage.....	27
Le scénario comme point de départ sonore.....	27
Anticipation de la création sonore : recherches et collaborations interdisciplinaires.....	29
2. Le tournage : captation sonore et premières expérimentations - mise en commun avec le TFE.....	35
Parenthèse mathématique et physique.....	35
Le Canal SOFAR.....	36
Défis techniques de l'enregistrement direct sous l'eau - Expérimentation in situ et hors tournage. Étude de cas : Océans de Jacques Perrin.....	37
Étude de cas : Océans de Jacques Perrin.....	38
CONCLUSION.....	50

INTRODUCTION

“À travers l’épaisseur de l’eau muette, sans colère, sans passion, sans le vouloir, sans le savoir,

sans y prendre intérêt, le fatal centre du globe les attirait”

(Victor Hugo, L’homme qui rit, 1869)



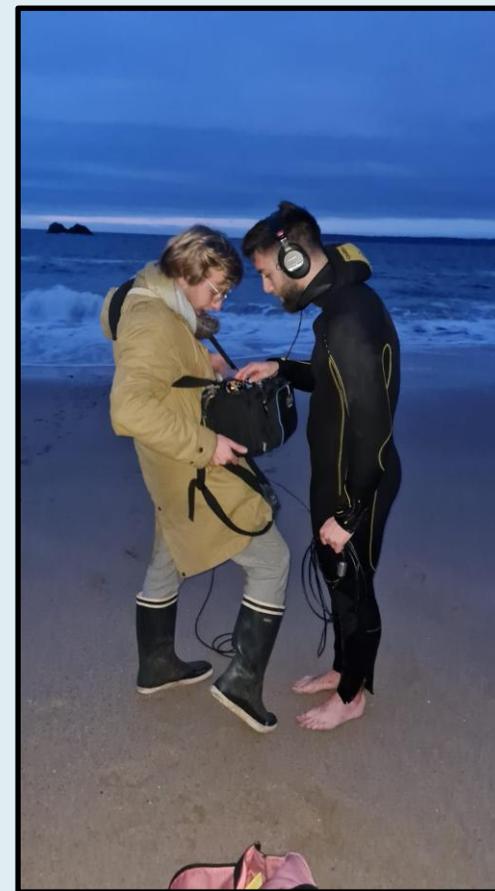
Les profondeurs marines, vastes et insondables, exercent sur l’être humain une fascination mêlée de crainte. La partie immergée de notre planète éveille à la fois chez nous le vertige de l’inconnu et le frisson de l’exploration. Longtemps nous avons cherché à percer ses mystères et à raconter ce que ces profondeurs renferment. Elles sont le reflet d’un imaginaire collectif où se croisent mythes anciens, découvertes scientifiques et visions artistiques.

J'ai grandi entre la Bretagne, dans le golfe du Morbihan, et la Loire-Atlantique, vers Nantes, à côtoyer les milieux aquatiques en tout genre quotidiennement. J'ai nourri mon imaginaire par des navigations au large en voilier, de nombreuses escapades et activités le long du littoral, ainsi que par une soif autant qu'une peur bleue de regarder ce qu'il se passe au-dessous.

La mer a toujours suscité chez moi un désir d'exploration et de contemplation. C'est de cette relation avec un espace hostile à l'être humain que peuvent naître les projections les plus folles de notre imagination.

Être plongé sous l'eau altère directement notre perception du monde, certains sont fascinés, d'autres angoissés, chacun se construit son propre regard et sa propre écoute dans cet espace immense et déroutant. Ma curiosité envers les profondeurs et ses mystères n'a donc eu de cesse de grandir toutes ces années et de prendre différentes formes. Comment représenter un espace où l'on ne peut respirer, où le son se propage différemment des milieux aériens, où tous nos repères disparaissent. Je pense évidemment à la phrase d'accroche du *Alien* de Ridley Scott « Dans l'espace personne ne vous entend crier », car sous certains aspects, le parallèle est évident. Ainsi, l'hostilité de tels milieux permet assurément de jouer avec les spectateurs en agitant la corde de l'inconnu.

Au cours de ces dernières années, j'ai eu l'occasion à de nombreuses reprises de tourner aux côtés de la mer. Tout d'abord, cela a pris la forme d'un documentaire sur un pêcheur oléronais – la mer nourricière ; puis j'ai réalisé mon dossier d'enquête du concours d'entrée Fémis sur le drame d'un naufrage, ses répercussions mémorielles et les déclinaisons d'une "vague" – la mer assassine. Par la suite, j'ai participé à trois tournages sur les côtes bretonnes. Toutes ces expériences n'ont fait qu'attiser mon envie d'aller enregistrer les sonorités sous-marines.



Photographie prise sur le tournage du court métrage Le Crépuscule

J'ai voulu traverser la surface pour cette dernière année d'étude et mieux comprendre ce que le monde sous-marin peut nous transmettre. Mon mémoire aborde donc en parallèle les manières de concevoir des bandes-sonores sous-marines et leurs interactions avec le spectateur. Ce dernier s'est développé un imaginaire au fil des années et des arts selon ce que les artistes cherchaient à exprimer.

Je pense notamment aux films tels que *Vingt Mille Lieues sous les mers* (1954) de Richard Fleischer, *Le Monde du silence* (1956) de Jacques-Yves Cousteau, *Abyss* (1989) de James Cameron, ou encore le plus fidèle à ce qu'est réellement ce milieu : *Océans* (2010) de Jacques Perrin. En dehors du cinéma, la littérature - et en particulier l'œuvre de Jules Verne - ou la peinture - on pense à des représentations de monstres marins (comme *Hercule luttant contre le dieu-fleuve Achéloos* de Giulio Bonasone, ~1531 à ~1576 - ont aussi nourri cet imaginaire. Mais qu'en est-il réellement du monde sous-marin ? Comment devons-nous et pouvons-nous le représenter ? Jusqu'où est-il physiquement possible d'aller pour le révéler ? Devons-nous rester fidèles aux attentes du spectateur, les casser ou plus modérément jouer avec ?

Mon film de fin d'études me permet alors d'interroger ces différentes questions d'expérimentations et de réception de telles bandes sonores. Au cours de son écriture et de sa réalisation, j'ai pu appliquer des procédés de prises de sons, d'imprégnation de l'équipe dans une ambiance particulière ou encore de discussions entre les équipes de tournage et de post-production. Ceux-là sont le fruit d'échanges avec des professionnels tels que Jérôme Wiciak, Emmanuel Bonnat ou Justin Valette. J'ai cherché à effleurer au son un environnement poreux entre le monde terrestre et le monde marin, alternant d'un espace sonore à l'autre. Cela sert la narration mais permet



Prise de son en mer dans la rade de Brest

aussi de mettre en question la communication entre deux types de bande-sonore pourtant assez éloignée dans leurs propriétés physiques et dramaturgiques. Je me suis éloigné de la notion de film naturaliste, où la représentation la plus pure et fidèle d'un milieu est prônée. Je ne pense pas pour autant que les mondes marins n'aient rien de fantastique en eux-mêmes, seulement j'ai préféré aller dans une direction plus transformatrice de la matière afin d'explorer les possibles de la post-production. J'ai souvent été très attaché au plateau et à la partie tournage d'un film, j'envisage d'ailleurs de m'orienter vers le métier d'ingénieur du son plateau. Ainsi pendant la réalisation de mon film de fin d'études, j'ai souvent cherché à trouver la place que pouvaient prendre les enregistrements en direct d'espaces immergés.

Sans grande surprise : ce n'est que peu concluant. La discussion et l'établissement des besoins d'une bande sonore entre les différents postes d'un même film est cruciale. Il s'agit alors de déterminer qui peut apporter quelle pièce à l'édifice et comment les relations techniques et narratives peuvent s'articuler. J'aborderai plus loin un colloque tenu par Lucien Balibar et Florent Lavallée intitulé "Du scénario aux sons seuls : comment imaginer la matière sonore d'un film". Le mémoire est innervé en grande partie par ce riche sujet, servant la mise en avant de bande sonore sous-marine.

Rédiger ce mémoire a aussi pour intérêt de comprendre quelles techniques sont développées d'un film à l'autre. Ces techniques n'ont de cesse d'évoluer, nous en aborderons certaines.

Comme une obsession, je ne me vois pas m'écarter du domaine marin. Je vois ainsi dans ce mémoire et mon film de fin d'études le moyen de concrétiser mes recherches à son propos et de mêler mes deux passions.

Problématiques

Comment le processus de création des bandes sonores subaquatiques au cinéma allie-t-il recherche technique et exploration artistique pour représenter un milieu sensoriellement inaccessible, tout en nourrissant un imaginaire collectif autour des profondeurs marines ?

Comment intégrer le processus de fabrication d'une bande son dans ce genre de milieu lors du tournage et de la post-production ?

Quelle est la place du direct vis-à-vis de la période de design sonore nécessaire à ces projets ? Comment préparer une telle bande sonore et développer un dialogue de recherches/expérimentations pour chaque poste ?

Quelles innovations et procédés techniques permettent de capter, transformer ou recréer les sons subaquatiques pour répondre aux contraintes du cinéma et aux attentes du spectateur ?

Comment les choix esthétiques et narratifs façonnent-ils la conception sonore d'un univers sous-marin et participent-ils à enrichir l'imaginaire collectif lié à cet environnement ?

I. La construction d'un imaginaire collectif lié aux profondeurs marines

1. Évolution historique des représentations sonores et visuelles des océans

Des profondeurs tapies dans l'ombre

“Tout en avançant, j’entendais une sorte de grésillement au-dessus de ma tête. Ce bruit redoublait parfois et produisait comme un pétilllement continu. J’en compris bientôt la cause. C’était la pluie qui tombait violemment en crépitant à la surface des flots. Instinctivement, la pensée me vint que j’allais être trempé ! Par l’eau, au milieu de l’eau ! Je ne pus m’empêcher de rire à cette idée baroque. Mais pour tout dire, sous l’épais habit du scaphandre, on ne sent plus le liquide élément, et l’on se croit au milieu d’une atmosphère un peu plus dense que l’atmosphère terrestre, voilà tout.”

Vingt mille lieues sous les mers (partie 2 chapitre 9), Jules Verne

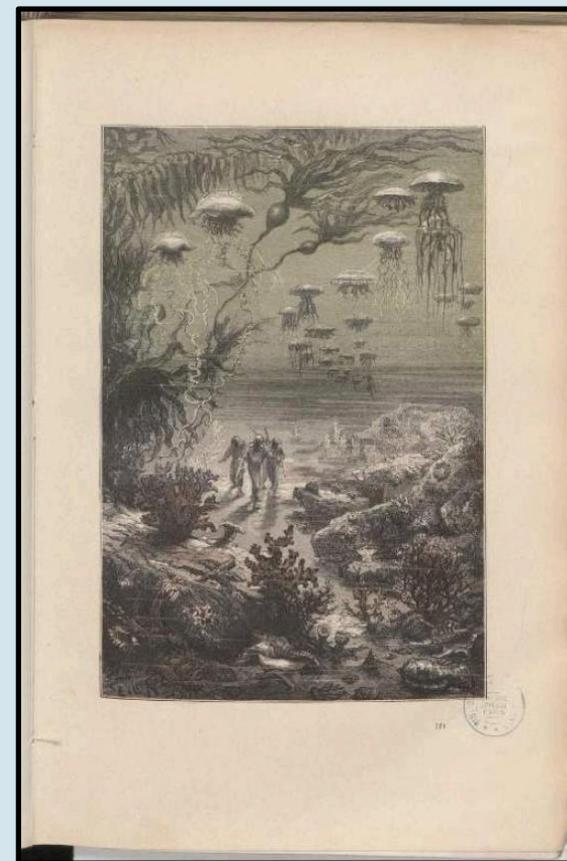
La représentation des profondeurs s’est effectuée dans les siècles selon l’expérience que certains pouvaient en avoir, autant que par un débordement de notre imagination. Jules Verne dans son œuvre *Vingt mille lieues sous les mers* développe une expérience sensorielle où l’océan n’est pas seulement un décor, mais un espace à percevoir autrement. Il y mêle exactement la notion de découverte fidèle à ce que l’on peut sensoriellement expérimenter lors d’une plongée, à la notion d’imaginaire foisonnant. Le texte présente un récit à la fois scientifique et immersif, caractéristique du champ d’études de son époque, où l’exploration du monde repose autant sur l’observation rigoureuse que sur l’expérience sensible. (Dans les années 1870 a débuté l’exploration des abysses avec le HMS *Challenger*, qui marque le commencement de l’océanographie moderne). C’est d’ailleurs une bonne manière d’exciter l’attention et le désir du lecteur que de l’inviter à plonger dans un monde bel et bien existant et pourtant doté d’une figure fantastique indéniable. Aristote a notamment développé le concept de *phantasia*, dans *De l’âme*, pour désigner la faculté qu’à l’esprit à reproduire des images mentales en l’absence de perception directe. Il en va de même pour le son. Aussi, nous nous représentons les choses auxquelles notre perception n’a jamais été confrontée en

imaginant à partir d'expériences vécues. Dans l'extrait de Jules Verne, notre attention est portée sur un phénomène sonore particulier : un crépitement d'abord diffus, qui se précise peu à peu jusqu'à être identifié comme le bruit de la pluie frappant la surface de l'eau. Cette progression dans la perception donne à entendre au-travers des oreilles du personnage un monde inconnu avec des sons connus, pour aller de la sensation à la compréhension d'une source sonore. Ici le lecteur peut se servir de sa propre expérience et laisser jouer son cerveau à la création d'images et sons mentaux. Il est peut-être même possible que notre expérience actuelle, en rapport à notre culture et notre perception contemporaine du monde, dépose un filtre sur ce "grésillement" tant nous sommes habitués à recevoir une représentation filtrée du monde sonore sous-marin - dans les représentations contemporaines des profondeurs, le spectre audio mis en avant est celui des basses fréquences, les hautes étant atténuées. Nous pouvons penser par la citation de *Vingt Mille lieues sous les mers* que la manière de représenter les profondeurs a évolué en suivant cette double orientation : d'un côté, une démonstration scientifique appuyée par les avancées technologiques (sonars, imagerie sous-marine, drones sous-marins, prélèvements...), et de l'autre, une vision artistique qui alimente l'imaginaire collectif. Cet extrait illustre bien comment, dès le XIX^e siècle, l'expérience du monde sous-marin dépasse le simple regard : elle engage aussi une écoute attentive, préfigurant les futurs récits et œuvres où le son joue un rôle clé dans la construction de l'univers marin.

Outre cet ouvrage, la représentation des mondes sous-marins reste assez faible avant le XIX^e voire même le XX^e siècle. La représentation du monde sous-marin a subi un déclin de toutes parts au même moment. L'exploration sous-marine a nourri la littérature qui, à son tour, a intéressé les peintres, puis après son invention, le cinéma. Alice Cuvelier parle de cette pauvreté des représentations sous-marines dans "Quelles représentations pour l'Océan" dans la revue *Hybrid* de novembre 2024. Dans cet article, Alice Cuvelier évoque le peu de représentations consacrées aux fonds marins avant le XIX^e siècle. Elle établit un lien avec les paysages terrestres, bien plus explorés et figurés, et montre que cette différence vient en grande partie de l'inaccessibilité des abysses, mais aussi d'un désintérêt historique, artistique comme scientifique, pour ce qui échappe à la vue directe. Elle souligne que ce n'est qu'avec les progrès techniques et l'apparition de récits comme ceux de Jules Verne que le monde sous-marin a commencé à se construire un imaginaire visuel et narratif plus riche.

“Les fonds marins à l'épreuve du paysage

La surface de l'eau, la navigation et les bords de mer ont été érigés en genre pictural à part entière : la (peinture) marine. En revanche, les fonds marins sont très largement sous-représentés dans les arts visuels. Dans la peinture occidentale, depuis les premières représentations picturales jusqu'au milieu du XXe siècle, la représentation de la mer par les peintres s'articule autour de trois conceptualisations : l'Océan comme voie de transit, comme territoire et comme ressource. Initialement considéré comme un espace de transit, voie marchande entre les terres émergées, l'Océan n'a longtemps été représenté que surmonté de navires. En tant que route commerciale, il est avant tout une surface que l'homme traverse, même si cela ne se fait pas sans péril comme le dépeignent les innombrables tableaux figurant des batailles navales ou des naufrages. À l'exception des êtres symboliques dépeints jusqu'à la fin du Moyen Âge, les populations marines sont très largement absentes de la représentation. [...] C'est lorsque le développement technologique, financé par les espérances économiques des États, rend possible l'exploration et la cartographie sous-marine que l'on voit apparaître les premières représentations du monde adoptant un point de vue sous-marin. La mer n'échappe pas à l'essor du paysage et les fonds marins sont illustrés selon les mêmes principes picturaux que les paysages terrestres. Les illustrations



Vingt Mille Lieues sous les mers, Jules Verne, Scaphandriers dans les fonds abyssaux peuplés de méduses, 1869



The Valley in the Sea, E. Moran

d'Alphonse de Neuville et Édouard Riou (fig. 1) accompagnant le roman *Vingt mille lieues sous les mers* de Jules Verne (1870) représentent une vallée sous-marine dans laquelle marchent trois plongeurs en scaphandres, faisant fi des contraintes physiques de l'environnement sous-marin, entourés de méduses qui semblent elles aussi soumises à une gravité toute terrestre, leurs tentacules tombant verticalement vers le bas. Dans *The Valley in The Sea* (fig. 2), souvent considérée comme la première peinture des fonds marins, Edward Moran, connu pour ses tableaux de l'histoire marine des États-Unis et de l'Ouest américain, applique les codes de la peinture de paysage.”

<https://journals.openedition.org/hybrid/pdf/3879>

Alice Cuvelier nous permet ici de comprendre que les arts picturaux n'ont jamais réellement poussé leur curiosité sous la surface avant les avancées technologiques. La mer et sa partie plus atmosphérique ont été le socle de peintures réalistes ou rattachées à la religion et au mythe. Par exemple *Port de mer au soleil couchant* de Claude Gellée, 1693 ou *La chute d'Icare* de Pieter Bruegel, 1558 :



Le port de mer au Coucher du soleil de Claude Lorrain



La Chute d'Icare, Pieter Bruegel l'Ancien

profondeurs. Un monde que l'on ne connaît pas réellement ne peut être imaginé ou interprété que par le biais de nos propres sens. C'est ainsi que la peinture de Moran ou Riou comme l'exprime Alice Cuvelier rend compte d'une vision atmosphérique d'un monde qui n'a pourtant rien d'aérien. Il en sera de même pour le son au cinéma, quand sortira le film de Cousteau et Malle, *Le Monde du Silence*, 1954.

Intéressons-nous avant cela aux premières plongées...

La peinture a pris un tournant quand l'homme est parvenu à plonger plus profondément qu'auparavant. Elle s'est accordée à la part de fantastique prégnante dans l'œuvre de Jules Verne, augmentant la sensation d'un monde étranger et extraordinaire, auprès du spectateur. Une donnée prime et nous comprendrons plus tard dans l'étude du rapport entre la bande-sonore d'un film sous-marin et le spectateur que nous ne pouvons nous en détacher. Cette donnée est celle du regard anthropocentré. Tout ou une grande partie de ce que nous cherchons à représenter ou à raconter se fait sous le spectre de notre perception du monde. Bien que cette affirmation ne soit pas une nouveauté dans l'étude du comportement humain, elle nous permet de saisir comment s'est construit l'art autour des représentations des

Début de l'océanographie

C'est en 1870 que l'océanographie moderne débute.

L'idée de plonger dans les abysses paraît pourtant plus ancienne. Selon Jean de Préneuf, l'évocation que fait Aristote d'Alexandre le Grand descendant lui-même dans une sorte de cloche sous-marine, est une légende ; *“mais une légende dont on va retrouver des traces dans la littérature médiévale et qui sera représentée avec toute une iconographie jusqu'au Moyen-Âge”*. Il s'agit ici d'une “invention très contemporaine des sous-marins” car l'idée était d'aller “percer les coques des navires” échoués bloquant les routes maritimes des ports. Que ce soit dans les textes ou les iconographies, la représentation de ce système est de l'ordre d'une cloche avec une armature en bois, une paroi en verre et un lest en pierre. Il y avait en parallèle un rêve de découverte des profondeurs et des mystères qu'elle renferme. Remontons encore le temps, avant même Alexandre le Grand, avec les assyriens (Mésopotamie, 2000 av. J.C.) qui employaient des outres qu'ils gonflaient d'air pour traverser le Tigre. En bref, les prémices de notre rapport aux profondeurs étaient en majeure partie pratique. Notre approche sensorielle, sensible, a dû être mise en retrait en faveur des impératifs utilitaires. En 1945, le professeur Auguste Piccard conçoit le premier bathyscaphe baptisé FNRS 2. Il fait sa première plongée à -25 mètres le 26 Octobre 1948. Les suivantes avec le FNRS 3 et l'aide de la marine française allèrent jusqu'à 4000 mètres, au large de Dakar. Voici un extrait des actualités françaises de 1948 : *“L'ingénieur Wilm et le commandant Houot ont assisté dans le port aux derniers préparatifs de leur expédition sous-marine, dont voici les premières images authentiques. Une dernière fois, les hommes-grenouilles ont plongé pour vérifier le bon état du bathyscaphe de la marine française, resserré le dernier boulon, fixé le dernier lest de grenaille. Tout était paré pour affronter l'énorme pression des abîmes sous-marins. À Dakar, il est 10h09. Le bathyscaphe s'immerge et commence à descendre*



PG Astronomie, Roger Bacon

Z

O

N

E

P

H

O

T

I

Q

U

E

vers les grands fonds qui atteignent ici plus de 4000 mètres. Descente lente, que suit un moment la caméra, au milieu d'un monde bientôt complètement inconnu et qui va, pour la première fois, être pénétré par des hommes. Un monde dense, obscur, glacé."

Tandis que l'humanité s'aventure enfin sous la surface, l'imaginaire résonne déjà dans le texte lu à la radio. On cherche à raconter cette expédition issue d'un domaine scientifique, à des fins de recherches, d'observation, en y ajoutant la prose dramaturgique jouant avec l'auditeur. Il s'agit de magnifier aussi ce voyage, garder en haleine celui ou celle qui aussi aimerait voir un monde où il lui est impossible d'aller. Certains le font et peuvent le raconter. En attendant, l'écriture magique, onirique quoique angoissante : "dense, obscur, glacé", demeure et continue d'abreuver notre imagination. Il y a aussi une vraie fascination techniciste à la sortie de la guerre. On parle de course à la profondeur, mêlée à la découverte des fonds par Cousteau et son fameux "Monde du silence". Se développe aussi l'image du héros des abysses, de l'homme au mental d'acier prêt à braver l'hostilité à l'état pur et les répercussions psychologiques sans pareil qui peuvent en découler.

Il va de soi que cette image servira plus tard pour l'établissement de personnages et de séquences dramatiques pour des films sous-marins :

"Être sous-marinier doit-être un titre de gloire. Ne devient pas sous-marinier qui veut. Il faut être un parfait technicien, capable de manœuvrer, entretenir et réparer un matériel complexe. D'une santé sans accrocs, endurant, il faut encore faire preuve d'une stabilité émotionnelle parfaite. Conserver son sang-froid est plus qu'ailleurs nécessaire, et cela dans les pires circonstances. Une erreur par 200 mètres d'immersion est souvent définitive, et puis cette vie d'équipe, dans un habitat si exigu et par là souvent inconfortable, exige une sociabilité parfaite. Les petits égoïsmes et les susceptibilités si fréquentes sont exclus. Enfin l'optimisme, un optimisme foncier qui surmonte tous les obstacles est la marque du sous-marinier." Portrait du sous-marinier par Henri Sadorge dans le magazine de la marine du 6 décembre 1960.

Du côté de la recherche, les américains atteignent le fond de la fosse des Mariannes quinze ans après l'expédition océanique à Dakar. Toutes ces expéditions se passent dans des machines closes, où l'homme n'est jamais en contact direct avec le milieu environnant. Le seul



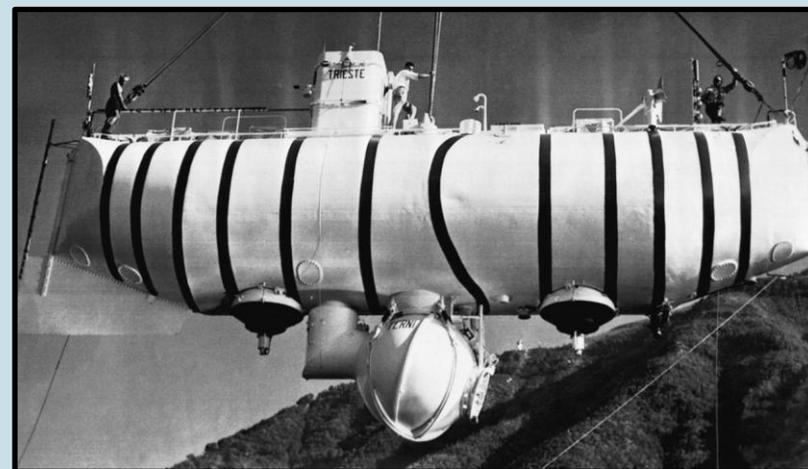
but est de prélever et étudier, la relation sensorielle est mise de côté.

“Plongée record du monde

La marine des États-Unis lui demande [à Auguste Piccard] d'explorer, dans le Pacifique, la fosse des Mariannes, plus exactement la fosse Challenger, au large des îles Mariannes.

- Le 22 janvier 1960 à 8 heures, Jacques Piccard, fils d'Auguste Piccard, et le lieutenant américain Don Walsh s'installent dans la sphère.
- À 8 heures 23, la plongée commence.
- À 11 heures 44, ils sont déjà à 8 800 mètres. L'obscurité est totale, l'eau limpide.

- À 13 heures, le *Trieste* repose sur le fond, à 10 916 mètres. Une, puis deux crevettes rouges passent devant le hublot, puis un poisson plat, d'espèce inconnue, de 30 cm de long. La température est si basse qu'ils doivent, en fin de plongée, se réchauffer avec des bouillottes... Ils établissent ainsi un record de plongée imbattable, puisqu'il n'existe pas d'endroit sur Terre qui soit plus profond que la fosse Challenger.
- À 18 heures, ils remontent enfin, mais pendant cette plongée de 10 heures, ils ont eu tout le temps d'étudier l'eau et ses principales caractéristiques : radioactivité, température, etc.”



Extrait de Wikipédia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Auguste_Piccard

Du côté de l'art, du cinéma surtout, on va chercher à raconter par le sensationnel. Nous pourrions même trouver cela regrettable que le premier film destiné au grand public manque de raconter ce que la science avait aussi mis de côté : une exposition réaliste de notre interaction avec le monde sous-marin. Ainsi *Le Monde du silence* s'impose comme un film anthropocentré, dénué d'intérêt pour la rencontre avec une flore et une faune nouvelle, avec une mise-en-scène écartant tout choix ou questionnement artistique sur la représentation de l'essence même de ce monde. Ce film apparaît comme contradictoire avec cet entretien conduit par Bahgat Elnadi et Adel Rifaat et paru dans le numéro Environnement et développement : un acte planétaire, *Le Courrier de l'UNESCO*, novembre 1991 :

“ Et votre intérêt pour l'environnement, dans tout cela ?

— Il s'est développé progressivement. Dès le départ, nous nous sommes donné un slogan : « Connaître, Aimer, Protéger ». C'est exactement ce qui m'est arrivé. J'ai commencé par explorer. Quand j'ai vu toute cette beauté sous-marine, j'ai été pris de passion pour elle. Et enfin, lorsque j'ai réalisé à quel point les océans étaient menacés, j'ai décidé de me lancer dans la dénonciation la plus vigoureuse de tout ce qui mettait en danger ce que j'aimais. Mon histoire forme un cycle. Je souhaite que les enfants puissent suivre le même parcours.”

Mais seuls dominent le sensationnel, l'épreuve et l'homme en soif de conquête. Le son du *Monde du silence* est globalement centré sur les plongeurs. On y entend des bruits de respirations et de bulles sortant des détenteurs et des torches, ainsi que leurs “scooters des mers”. La musique couvre le tout en compagnie de la voix-off. La bande sonore est du côté de l'homme, en état de découverte d'un milieu presque inconnu. Pourtant, à l'inverse de Jules Verne, Cousteau ne construit pas à partir de cette “rencontre” une ouverture de notre écoute et de notre observation à ce que ce milieu pourrait nous raconter. Une fois dans les fonds marins, la musique s'accorde sur des tonalités inquiétantes, donnant une sensation d'hostilité regrettable. Les marins du Calypso détruisent tout, pour analyser, mais détruisent quand même. Il n'y a aucune beauté, aucun réel intérêt pour la faune et la flore, seulement des constats grossiers. Ni l'image ni le son ne cherchent à dresser un portrait de ce que sont les fonds marins, il ne sont que le prolongement d'un regard anthropocentré.

La science et le cinéma vont de concert dans la voie du prélèvement et non de l'adaptation et de la compréhension de modes de vie, de facteurs visuels et sonores.

Depuis cette époque, nombre de bioacousticiens et de scientifiques se sont affairés à récolter des sonorités, animales ou autres, afin de révéler l'intensité et la multiplicité de sources sonores dans ce milieu. Je vous invite à visiter les sites ci-dessous où il est possible de se perdre pendant des heures. Je vous propose aussi un son que j'ai enregistré dans la rade de Brest. Il n'y a pas de vocalise quelconque puisque cette partie du globe est moins propice que d'autres pour en enregistrer. Vous pourrez tout de même constater le vacarme créé par les courants sur le sable et les rochers à 15 / 20 mètres de profondeur. On peut aussi y entendre des vrombissements de moteurs.

<https://on.soundcloud.com/qNZyZ5KWKe1Jrppr7>

La nature de ces sons est très déroutante, ce n'est évidemment pas celle vers laquelle les films de fiction se tournent - car trop excentré de l'attente du spectateur en désir de sons anthropomorphes, selon Jérôme Wiciak.

Librairie sonore mondiale des sons sous-marins :

<https://www.aims.gov.au/information-centre/news-and-stories/worlds-first-library-underwater-biological-sounds-monitor-changing-marine-life>

(Carte interactive) <https://www.glubs.org/wopam-day>

Et plus largement dans la bio-acoustique : <https://earth.fm/> / <https://xeno-canto.org/>

Concernant les mammifères marins face aux perturbations sonores humaines <https://clearseas.org/bruits-sous-marins/>

2. Les attentes des spectateurs face aux sons des profondeurs

Alors que la musique était le seul vecteur sonore accompagnant le film muet de Georges Méliès, *Deux cents milles sous les mers* sorti en 1907 et que *Le Monde du silence* a manqué d'offrir un champ développé de l'identité sonore des fonds, Richard Fleischer forge l'imaginaire sonore du spectateur en 1954 avec *Vingt milles lieues sous les mers*. Ce film va instaurer une nature bien particulière des sonorités sous-marines et donner le mot d'ordre pour les futurs films du genre. Quel est alors ce spectre que le spectateur a assimilé ? Quelle est son évolution et son aboutissement depuis les premières représentations du monde subaquatique dans l'art et la science ?

Comme nous pouvons le lire sur la page de la Cinémathèque, ce film est un "modèle de film d'aventures". Il est de fait l'avènement du désir commun de la science et du cinéma de faire de cette partie submergée du globe un terrain d'activités spectaculaires. "*Premier Disney en prises de vues réelles, plus gros budget de l'histoire de la RKO : avec Vingt Mille Lieues sous les mers, Richard Fleischer hérite d'un projet colossal [...] Le résultat est entré dans l'histoire et constitue toujours, 70 ans plus tard, un modèle du film d'aventures, en même temps qu'une date dans le milieu des effets spéciaux...*" Il sera aussi un modèle de bande-sonores.

Le long-métrage de Fleischer nous ouvre les portes des mondes abyssaux par une musique aux cordes graves. L'orchestre de Paul J. Smith et Joseph S. Dubin amène une atmosphère à la fois épique pour la narration mais aussi immersive. Les couleurs de l'orchestre tendent vers des sons lourds et puissants, accompagnant l'immensité de l'océan et l'ampleur de l'expédition du capitaine Némó. L'intérieur du Nautilus, l'appareil de l'équipage sillonnant les océans, est baigné lui aussi dans une ambiance sourde. Ce rumble constant donne une clef de lecture spécifique où toute expédition dans ces milieux devient inquiétante et massive. Un orgue est présent à bord du Nautilus et lorsque que résonne la Toccata et fugue de Bach, l'instrument devient une référence. On le retrouve notamment aux côtés de Davy Jones, personnage

emblématique de *Pirates des Caraïbes*. C'est non seulement le son qu'il produit mais les formes tubulaires similaires à des coraux qui l'inscrivent dans un domaine sous-marin.

Nous sommes libérés de la tension intérieure du navire à la première plongée dans l'eau, après une quarantaine de minutes. L'identité sonore du sous-marin coïncide avec l'image véhiculée à la radio par Sadorge, sur le métier de sous-marinier. La construction du profil du sous-marinier, celui qui s'aventure dans les profondeurs se construit et s'ancre dans les consciences. La

perception du danger de ce milieu est une mine d'or pour le genre du drame et la composition de ses personnages. Il en est de même pour l'établissement de bandes sonores attisant le sentiment d'insécurité envers les fonds et les étendues océaniques. Depuis les sous-marins on ne peut ni explorer ni écouter le monde qui nous entoure. Nous restons prisonniers de cette coque. C'est donc lors de la première plongée que le son et les effets narratifs changent. Nous nous rapprochons peu à peu de la magie du livre de Jules Verne : “ *La masse rocheuse était creusée d'impénétrables anfractuosités, de grottes profondes, d'insondables trous, au fond desquels j'entendais remuer des choses formidables. Le sang me reflua jusqu'au cœur, quand j'apercevais une antenne énorme qui me barrait la route, ou quelque pince effrayante se refermant avec bruit dans l'ombre des cavités ! Des milliers de points lumineux brillaient au milieu des ténèbres. C'étaient les yeux de crustacés gigantesques, tapis dans leur tanière, des homards géants se redressant comme des hallebardiers et remuant leurs pattes avec un cliquetis de ferraille, des crabes titanesques, braqués comme des canons sur leurs affûts, et des poulpes effroyables entrelaçant leurs tentacules comme une broussaille vivante de serpents.*”



Pirates des Caraïbes, Le Secret du coffre maudit, 2006

La plongée s'ouvre un court temps sur un isolement total de sons aériens avec une accumulation de mouvements et chocs étouffés. La musique prédomine toujours pourtant : le style de l'époque obligeant cela. Les instruments à vents soufflent des notes rondes rendant les pas des plongeurs plus impressionnants.

On peut facilement effectuer un rapprochement avec le film de Méliès de 1902 *Le Voyage sur la Lune*. Les personnages se meuvent dans un milieu où la gravité paraît différente, comme s'ils étaient les premiers “ à poser le pied sur une autre planète dans le jardin des abîmes”.

Lors d'une séquence dans laquelle ils se font attaquer par un requin, les sons de tirs sont filtrés. Plus tard, pendant l'assaut mené sur un vaisseau à trois mâts, les explosions, les craquements et les turbines du Nautilus sont assourdis. De même, à 1h30, quand le sous-marin sombre, des nuages de bulles s'échappent dans une ambiance ronde aux fréquences graves.

Déjà les bases de sons de nature filtrée sont posées. Il est pourtant tout aussi regrettable qu'avec *Le monde du silence* de constater le désintérêt quasi-total pour la richesse de la biodiversité et même sa maltraitance.

Bien que le film de Fleischer marque un début de la création d'environnements sonores sous-marins, il reste assez timide. Les spectateurs ont par ce film intégré une représentation sonore à laquelle devront s'apparenter les films ou séquences se déroulant sous la surface. Nous trouverons donc par la suite de nombreux films puisant dans ces codes, de la même manière que dans le genre de la science-fiction où la saga Star-Wars a instauré le son du pistolet et du sabre laser.



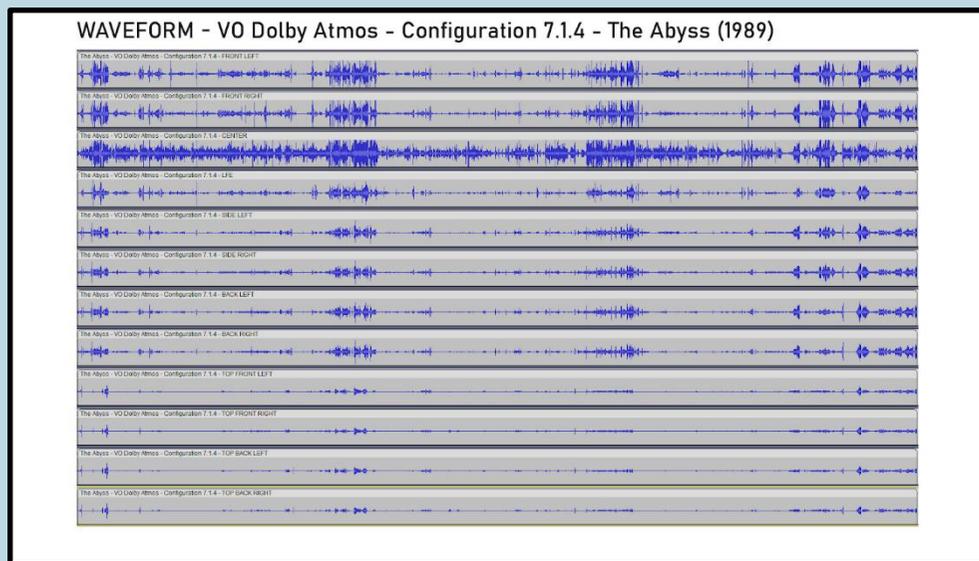
D'autres codes naissent et s'installent dans l'imaginaire du spectateur au fil des années. La place du hors-champ sonore et du silence, autrement dit la présence de l'absence sont deux éléments phares de ce type de bande de son. De manière générale, ils ouvrent à la perception d'un monde vaste où ni notre regard ni notre écoute ne peut en saisir l'entièreté. L'opacité de l'eau, qui correspond au traitement étouffé des sons, permet aussi la sensation d'un hors champ frontal, à la manière du brouillard dans le monde aérien. Nous retrouvons ces codes principalement dans les films d'horreur ou à tension psychologique forte. Ils jouent avec l'état d'alerte dans lequel nous sommes tous et toutes plongés lorsque nous nous retrouvons éloignés de notre habitat. Ainsi dans le film *The Deep House* de Alexandre Bustillo et Julien Maury, deux plongeurs se retrouvent dans un espace sonore terrifiant. Ils sont enfermés dans une maison hantée au fond d'un lac où, déjà, le milieu n'est pas coutumier de leur écoute habituelle, et dans lequel leur attention doit être d'autant plus renforcée que des événements horribles peuvent survenir de toutes parts. Leur vision est altérée à cause de leur combinaison de plongée, leur drone sous-marin défaille, les empêchant d'avoir plus de visibilité, leur réserve d'oxygène s'épuise et leur seul moyen d'échanger passe par les liaisons hf de leur combinaison. Dans cet espace claustrophobique, de nombreuses manifestations paranormales interviennent. Cela se produit par des sons de mouvements hors-champ, des métamorphoses de sons habituels de maisons transformés en bruits angoissants, les stimulant constamment. Le spectateur s'approprie ici un code bien précis qu'est la relation entre le visible et l'audible. Ces situations renforcent le pouvoir du hors-champ, le spectateur cherche à combler les vides et projette ses propres peurs dans les zones d'ombres et de silence. Le silence est d'ailleurs souvent repris dans les films sous-marins, malgré qu'il soit inexistant en milieu naturel réaliste.



Il permet de générer de l'attente, d'imaginer un événement sonore à venir, de nous isoler dans ce macrocosme. Les codes générés par les bandes-son subaquatiques sont souvent fondés sur la projection de nos désirs et se retrouvent éloignés de la réalité.

Si nous nous penchons sur *The Abyss* de James Cameron, 1989, nous pouvons constater que la constitution du hors-champ est tout aussi évocatrice du danger environnant. Les techniciens du *Montana*, le sous-marin bloqué à plusieurs centaines de mètres suite à un impact avec un objet non-identifié, doivent partir en reconnaissance au fond des mers. Le milieu obscur et dense est alors non plus simplement

un milieu à traverser mais une zone requérant une hyper-vigilance. Le remixage du film en Dolby Atmos a permis d'amplifier le jeu avec le hors-champ. Ainsi, nombre de sons plus ou moins réalistes attirent notre attention et leur localisation précise agitent nos sens. Même si nous avons une idée plus précise de la localisation de ces sons, il ne nous est pas forcément donné de les identifier clairement. La présence de plus de subwoofers dans les salles atmos ont aussi offert aux spectateurs une expérience sonore où les basses fréquences enveloppent plus grandement notre corps. Certains ont constaté cette sensation d'être plongé dans les abysses.



De manière générale, les attentes des spectateurs face à des œuvres audiovisuelles sont en grande partie façonnées par l'expérience sensorielle du monde qui les entoure. Nous intégrons tous, consciemment ou non, des associations entre certaines caractéristiques physiques et leur traduction sonore. Cela est basé sur de multiples facteurs (sociaux, environnementaux, culturels...) qui impactent directement notre perception du monde. Certaines de ces associations sont pourtant universelles. Ainsi, un objet petit et léger est assimilé à un son aigu, alors qu'un objet massif est attribué à un son grave. L'intensité des sons peut aussi se rattacher à leur apparence. Ces perceptions, issues de notre rapport direct au réel, deviennent des repères implicites qui influencent notre manière de recevoir une œuvre. Le cinéma, loin de reproduire fidèlement la réalité, s'appuie sur ces codes perceptifs, nourris de nos apprentissages, pour construire une illusion crédible. Seulement, dans le cas de bande-sonore de films subaquatiques, cette approche du réel n'est pas possible pour tout le monde. La seule possibilité de faire correspondre un son d'un milieu ou objet extérieur à notre connaissance, est de le traiter par analogie avec notre expérience sensorielle. Ces analogies vont alors être de l'ordre de la forme, des textures, couleurs ou autres propriétés de l'objet imaginaire, avec ce que l'on se fait comme idée du concept à laquelle appartient ce dit objet. Par exemple, les zombies ont été au départ, avec *La nuit des morts-vivants* de Georges Romero, 1968, des personnages lents et gémissants, correspondant à l'image de la mort où le cerveau est arrêté, les corps immobiles, la réflexion complètement évincée. Malgré tout, ce code s'est vu remanier à maintes reprises et les zombies prennent à présent la forme d'êtres vifs, bestiaux, hybrides de par leur association avec l'image d'insectes ou de champignons invasifs. L'image nouvelle est facilement associable avec l'idée d'une société où la population est trop dense, où les épidémies se font de plus en plus nombreuses, où le rythme effréné nous empêche d'être en état d'arrêt même mort. Il en est de même pour les films sous-marins où l'empreinte de l'être humain et des machines ont révélé de nouvelles manières de se représenter les fonds marins. On voit parfois ces fonds marins comme le socle d'une rébellion animale, comme avec *Les dents de la mer* de Steven Spielberg, 1976 ou encore *En eaux troubles*, Jon Turtletaub, 2018.

De la même manière que notre connaissance du monde sous-marin s'accroît, la frontière entre les sons aériens et aquatiques s'amointrit. Mais cette proximité renforcée avec ce milieu n'empêche pas pour autant de laisser une part de mystère dans le hors-champ ou dans les sonorités d'espèces étrangères.

Les codes ne sont pas simplement techniques ou esthétiques, ils s'inscrivent dans une mémoire sensorielle collective en perpétuelle reconfiguration. Le travail du sound designer s'ancre donc à la fois dans une connaissance fine de ces conventions et dans une capacité à les renouveler, à surprendre sans rompre totalement le lien avec ce qui est perçu comme plausible par le spectateur.

Comment ces différents codes que le spectateur a intégré au fil des années jouent avec sa psychologie ? D'où vient notre ressenti et comment évolue-t-il d'un code à l'autre du genre ? Voyons quels sont les tenants et aboutissants de notre écoute et de notre *phantasia* sous-marine.

3. L'effet psychologique des sons sous-marins sur le spectateur

Deux écoutes aux antipodes

David Malcolm Chapman dans *The Undersea World of the Sound Department : the Construction of Sonic Conventions in Sub-aqua Screen Environments*, parle de l'éloignement naturel des repères du spectateur face au milieu sous-marin. Il explique que l'écoute sous-marine naturelle est aux antipodes de l'écoute aérienne. De fait, à cause de la différence de célérité du son en-dehors et en-dedans de l'eau, notre audition binaurale est perturbée et notre capacité à localiser les sons est entièrement annihilée. Nous faisons face à une perception "omniphonique" car les sons donnent l'impression d'être "dans l'oreille". Ce passage d'une audition non plus aérienne, rattachée au tympan, à une audition par conduction osseuse filtre naturellement les basses fréquences et révèle les sons aigus. Dans le cinéma, le phénomène est inversé. Chapman fait alors référence à Michel Chion qui explique qu'un son "crédible" n'est pas forcément un son "réel". Le cinéma est empli de codes sonores que le public a adopté et même parfois défini comme "réalistes".

Bien que *Vingt Mille lieues sous les mers* soit devenue la référence des films sous-marins en matière de design sonore, Chapman évoque plusieurs long-métrage qui ont mené à l'affirmation de ces codes sonores. *Les hommes-grenouilles* de Lloyd Bacon, 1951, mettait déjà en avant un son filtré. Il serait le premier du nom à l'avoir fait. "Dans les premières scènes sous-marines, lorsque les hommes-grenouilles effectuent des missions de reconnaissance et de diversion sur des plages ciblées pour une invasion, on les voit plonger en apnée, c'est-à-dire sans appareil respiratoire. Dans ces séquences, on entend des sons d'eau tourbillonnante étouffés et quelques bulles pour accompagner les actions des plongeurs. Lorsque les plongeurs s'immergent pour éviter les balles tirées depuis la surface, une filtration sonore notable signale le passage à l'environnement subaquatique. Le même effet sonore étouffé est appliqué aux explosions lointaines provoquées par une autre équipe de plongeurs plus loin sur la côte. Plus tard dans le film, durant une séquence sous-marine plus longue, les

plongeurs utilisent des équipements à aqualung (Scuba), avec des bouteilles d'oxygène fixées dans le dos. On entend alors distinctement les bulles et la respiration des plongeurs. L'intensité et le niveau sonore de ces sons de respiration et de bulles sont modulés en fonction des actions (comme les combats contre des plongeurs ennemis) et de la distance de l'action montrée à l'écran."

Chapman parle aussi du film *L'ennemi silencieux* de William Fairchild (1958) où interviennent plusieurs éléments notoires. La respiration sous l'eau est mixée à un volume particulièrement élevé en dépit des changements de distance avec le cadre. L'écoute du spectateur donne un point de vue omniscient. Il peut dans un large espace comme celui-ci transgresser les lois physiques, invitant déjà à une forme de surréalisme.

La musique reprend un élément cher aux musiciens pour ce genre de film : le "glissandi" debussyen à la harpe qui devint un standard chez les compositeurs pour signifier le passage de la surface au monde immergé. Chapman écrit que ces tendances sonores se sont développées à la fois par nécessités techniques mais aussi par besoin de raconter la densité, l'immensité, le flou et la lenteur, impactant indéniablement l'affect d'un spectateur à l'oreille nouvelle sur ce domaine.

La musique en résonance avec l'affect du spectateur

https://youtu.be/6k9tVGNb_kA

<https://www.radioclassique.fr/histoire/oeuvres/la-mer-de-debussy-en-lecoutant-vous-vous-croirez-au-bord-de-leau/>



Les bords de la mer à Palavas, Gustave Courbet, 1854

La musique prend une grande place dans le développement de la bande sonore et des émotions qu'elle nous fait ressentir. Laure Mézan écrit sur Radio Classique :

“Avec “La Mer”, Debussy suggère un monde poétique aux accents mystérieux et impétueux.

Même si elle n'en porte pas le titre, l'œuvre de Debussy s'apparente à une symphonie en 3 mouvements, son unique symphonie, dans laquelle on pourrait distinguer un scherzo central et un final majestueux. On pense également au genre du poème symphonique mais le compositeur lui préférera le terme « d'esquisses ». Car ici, tout est de l'ordre de la suggestion plus que de la description. Chaque mouvement porte un titre, chargé de poésie, de cette poésie qui imprègne la musique entière de Debussy. Nous voici transportés sur l'océan au grès de ses ondulations et de ses changements de couleurs. Un océan dont on découvre l'évolution des éclairages, de plus en plus brûlants, dans le premier volet De l'aube à midi sur la mer. Une extraordinaire palette de timbres nous permet ainsi d'admirer les plus beaux reflets de lumière sur des eaux encore tranquilles. L'épisode suivant, Jeux de vagues, se fait plus agité, décrivant une mer perturbée par les courants tandis qu'un véritable raz de marée éclate dans le dernier volet, Dialogue du vent et de la mer, où les 2 éléments s'opposent avec fracas jusqu'au retentissant coup de timbale final annonçant le triomphe du vent ! Le compositeur déploie ici une force théâtrale des plus saisissantes, et témoigne de son art à tirer de l'orchestre des sonorités aussi transparentes qu'éclatantes.”

La musique occupe indéniablement une place majeure dans la construction de la bande-son d'un film. Dans le cadre de la composition pour une bande-sonore subaquatique, elle peut jouer sur les émotions du spectateur non seulement par les relations entre les fréquences et ce qu'elle font ressurgir au plus profond de nous-même, mais aussi en jouant sur la synesthésie. L'image et la bande-son du film, jouant déjà avec nos sens et notre *phantasia*, s'allient à la musique qui vient souligner ou révéler des éléments visuels et sonores. Debussy parle bien d'esquisse comme l'indique Laure Mézan afin de donner à la musique une dimension suggestive plutôt que littérale. Ce sont ces sons suggestifs qui sollicitent notre imagination. La musique dans les films sous-marins peut par exemple refléter un océan calme, tempétueux, aux abysses organiques et dense, ponctuées de tintements assimilés aux espèces les traversant, etc. Le dialogue entre la musique et la

bande-son donne à entendre un espace stylisé et révélateur d'émotions.

Le portrait sonore de la mer

Si l'on se penche sur les études d'Alain Corbin et Hélène Richard dans *La Mer, Terreur et Fascination*, la description de la mer est ainsi faite : “porteuse de fantasmes, génératrice de terreurs, source d'inspirations diverses, symbole d'infini et de toute-puissance”. Comme ils l'expliquent, l'homme a toujours eu cette tendance à vouloir dompter et maîtriser ce milieu, cette “*Terra incognita*”. Alors que les évolutions technologiques tardives ont été néanmoins rapides, la vastitude des océans laisse encore beaucoup de place au mystère. “*La lente évolution de la connaissance n'en épuise jamais la complexité et l'ampleur, mais produit au contraire un dialogue permanent entre science et création, qu'elle soit scientifique, littéraire ou artistique.*” En bref, cette terreur et cette fascination s'appliquent par notre besoin et notre manque de repères.

En partant de ces constats, l'effet psychologique des sons sous-marins est indéniable. Leurs propriétés physiques sont trop en décalage avec celles des sons atmosphériques. La nature et les couleurs des vocalises, clics, grésillements, vrombissements, impacts, des interactions au niveau même de la surface, les relations d'intensités et de vitesses de ces sons entre eux, nous perdent complètement et provoquent un état d'alerte naturel.

Il est donc précieux de jouer avec la nature et les composants des sons sous-marins pour créer un niveau d'intensité émotionnelle. La bande son d'un film peut dès lors être impactée en plaçant plus ou moins notre curseur vers des sonorités étrangères à notre zone de vie et de confort. Il n'y a même pas tant besoin de modifier la nature de ces sons, ils sont déjà en eux-mêmes évocateurs d'une différence notoire et préoccupante.

<https://editions.bnf.fr/la-mer-terreur-et-fascination>

II. Les enjeux techniques et esthétiques de la conception d'un environnement sonore sous-marin à l'ère du numérique: de l'écriture du film à son mixage.

1. De l'écriture du film à la post-production : définir un cadre d'enregistrement et de création pendant et hors période de tournage.

Le scénario comme point de départ sonore

Dans un film présentant des séquences subaquatiques où la prise de son direct est soit impossible soit inexploitable, il va de soi de décortiquer le scénario et de s'interroger sur la fabrication de sa bande sonore. Ainsi, la mise en perspective d'expérimentations en milieux naturels, en période de bruitages, en recherches purement numériques, doit être étudiée en parallèle des émotions et ambiances générales que le film souhaite véhiculer. Dès l'écriture du scénario, le son est pensé comme un outil narratif et l'univers sonore y joue un rôle majeur pour transmettre une ambiance immersive. Quels échanges poser alors entre le scénariste et les équipes son pour anticiper les besoins spécifiques (types de sons, moodboards sonores) et définir l'atmosphère recherchée ?

Sur mon TFE, les questions de narration sonore se sont immédiatement posées. J'ai longuement discuté avec mes collègues (co-scénariste et équipe son) quant aux tenants et aboutissants de l'histoire. Nous avons décidé du portrait que nous allions dresser de l'océan présent dans mon scénario ainsi que de la place que prendraient les sons du monde sous-marin dans le milieu aérien. Nous voulions faire dialoguer ces deux environnements.

Synopsis : Sur une île crépusculaire, deux gardiens de phare repêchent les corps de péris en mer.

Dans ce film il n'y aucune parole directe. Les seules voix qui sont entendues passent par un étrange instrument révélant des souvenirs sonores du passé. Ces voix sont donc filtrées, emmêlées, tel un écho du monde qu'ont connu les personnages des péris en mer. L'instrument en question est la frontière sonore entre terre et mer, le point d'écoute traversant les milieux. Il y a alors un véritable travail de recherche du traitement de ces voix afin qu'elles soient le plus juste possible. Cette passerelle sonore entre le monde tangible et celui de l'île, renforce cette sensation d'un espace où les frontières entre le réel et le fantastique sont poreuses. Des éléments sonores du quotidien y sont capturés (le bruit des vagues, le vent, les craquements du phare, les voix lointaines, les animaux marins) et sont métamorphosés pour créer une atmosphère surréelle et onirique.

Nous avons donc cherché dès le scénario à définir des éléments allant dans la direction des intentions dramaturgiques. Le phare et l'instrument (une sorte de sonotone aux proportions exagérées, se rapprochant d'une algue ou d'un corail cuivré) sont alors les deux éléments principaux permettant aux pêcheurs d'honorer la mémoire des péris. Le sonotone est l'outil qui leur permet d'écouter l'autre monde, l'océan et d'amplifier leur sens. Le phare quant à lui devient le point lumineux appelant les ombres à travers le brouillard à venir s'échouer auprès des passeurs. Delphine, la décoratrice a cherché à créer l'instrument de toutes pièces avec des éléments rappelant la musique et la mer. Le sonotone a été fabriqué avec des fragments de clairon, clarinette et tubes métalliques, ainsi que des bouts (cordes). Nous avons cherché à le décrire justement dès l'écriture pour que tous s'accordent sur son identité. Des idées de bruitages et de textures sont venues à l'esprit de l'équipe son et ont mené à sa conception physique.



De même, le phare possède une identité sonore forte. Il prend vie sous forme de craquements, de rouages grinçants, de sons mécaniques en bref, transformés pour paraître moins communs et plus fantastiques. En son sein, l'esthétique sonore est marquée par la similitude avec l'intérieur d'un corps, comme si nous vivions dans son ventre. La dimension amniotique effectue un lien direct avec l'océan qui est porteur des corps des noyés ainsi que de leurs souvenirs. La lumière du phare est décorée de faibles sonorités célestes tels des tintements cristallins aux résonances douces et aériennes, qui entre en écho avec l'écume surréaliste et brillante des vagues.

Nous avons cherché à travers le scénario, au cœur même du monde subaquatique, à décrire un monde empreint de fréquences sourdes et répétitives visant à tenir en haleine le spectateur. La séquence se déroulant dans les profondeurs raconte un péril, entouré de craquements divers, de cris lointains similaires à des chants de cétacés, où le visuel s'enfonce dans une image de plus en plus surréaliste. L'IA a fait partie de notre choix visuel pour permettre cette transgression du réel, il fallait pouvoir raconter cela à l'écriture. Nous avons donc déterminé que la conception des sonorités de cette séquence deviendrait de plus en plus réverbéré et écartée des codes de l'imaginaire collectif. La mise-en-scène sonore part donc d'un son suggérant un naufrage (avec des couleurs filtrées vers les graves, des bulles et autres gimmicks familiers au son sous-marin), puis s'engage progressivement vers un mélange entre des sons plus hydrophoniques et réalistes à bases d'enregistrement presque bruts et des nappes sourdes.

Anticipation de la création sonore : recherches et collaborations interdisciplinaires

L'importance de l'échange entre les différents postes à chacune des étapes de construction du film a été relevée par Lucien Balibar et Florent Lavallée.

Ils ont tenu un atelier intitulé "Du scénario aux sons seuls : comment imaginer la matière sonore d'un film".

<https://www.afsi.eu/articles/169667-compte-rendu-de-l-atelier-du-scenario-aux-sons-seuls> / <https://vimeo.com/1060867185>

"Cet atelier est élaboré autour de l'expérience de tournage du film "Flo" de Geraldine Danon (2023), dont Lucien Balibar a assuré la prise de son direct et Florent Lavallée le mixage. Il détaille la façon dont un technicien son essaye de traduire les mots du scénario en matière sonore. L'exemple particulier d'une séquence quasi muette au moment des prises de vues (la traversée en solitaire de l'Atlantique pour la Route du rhum) est décortiqué en enregistrements imaginés, tentés, améliorés au fur et à mesure de l'avancée du tournage pour fournir à la post-production de quoi illustrer les images très marquantes d'un voilier de course en haute mer. Comment caractériser l'océan, le bateau? Comment fabriquer des points de vues impossibles à enregistrer dans les conditions réelles de prise de vue par hélicoptère, drone ou bateau suiveur? Comment gérer l'eau de mer pour le matériel? Par de nombreux extraits sonores à écouter, comparer et mélanger, on découvre par exemple des chocs de coques réalisés en piscine avec des kayaks, ou des créations d'écume à l'aide de jets d'eau."

Leur atelier porte sur un film se situant en mer et pas en dessous de la surface, mais la question de l'importance des échanges préparatifs à ce type de tournage plus aventureux reste primordiale.

Avec cet atelier j'ai pu comprendre et effectuer des rapprochements avec la création de la bande sonore d'un film subaquatique, qui dépend pour beaucoup de créations décorréées de l'image. En effet, dans un film subaquatique où la prise de son direct est soit impossible soit inexploitable, il va de soi de décortiquer le scénario et de s'interroger sur la fabrication de sa bande sonore. Ainsi, la mise en perspective

d'expérimentations en milieux naturels, en période de bruitages, en recherches purement numériques, doit être étudiée en parallèle des émotions et ambiances générales que le film souhaite véhiculer.

Le dialogue avec la post-production est dès lors nécessaire à partir de la lecture du scénario pour organiser le tournage et les prises de sons seuls. Il s'agit de déterminer quels sons peuvent être aisément façonnés en bruitages et design sonore, et inversement. Lucien Balibar prend appui sur le film *Flo* pour nous expliquer comment il s'est nourri de bande sonore de films et vidéos portant sur la course nautique. Il a très vite compris que beaucoup de ces médias étaient dépourvus de grandeur sonore (rendre à l'âme du navire toute sa prestance) et de réel récit sonore. Souvent, une simple ambiance de vent et de mer - s'apparentant à du bruit blanc - vient border des voix où seule la compréhension est maître et pour lesquelles la qualité de l'enregistrement a été mise de côté. Comme pour leur film, nous avons tâché de lister les sons qu'il est possible de récolter sur place, ainsi que ceux qui doivent être créés de toutes pièces en post-production. Pour des films de cet acabit, où le direct s'annonce houleux, il est précieux de déterminer les impératifs du tournage et d'en avertir l'équipe mise-en-scène. De fait, l'organisation du tournage repose sur un planning chargé où beaucoup de plans doivent être filmés quotidiennement. Simon Hayes (*Snatch*, *Wicked*, *Mourir peut attendre ...*) en parle très bien dans ses nombreuses publications sur les réseaux sociaux :

“Le son sur les plateaux peut souvent se retrouver oublié dans le processus de réalisation d'un film. Les réalisateurs subissent une pression incroyable. Il y a tellement d'éléments qui demandent leur attention totale et absolue. J'essaie toujours de me mettre à leur place et d'imaginer combien de problèmes, de décisions, de choix et de peurs ils doivent gérer pendant le tournage. Non seulement les éléments auxquels nous, leur équipe, participons sur le plateau, mais aussi la pression en coulisses qu'ils absorbent : les retours de la salle de montage, du studio... C'est un numéro d'équilibriste.”

[...] Plutôt que de me sentir non soutenu si le son de production passe au second plan dans leurs priorités pendant le tournage, je vois cela comme une opportunité d'être l'allié du réalisateur. Nous, les ingénieurs du son de plateau, sommes les seuls protecteurs d'un élément fondamental du film et avons la responsabilité de guider avec créativité ce qui représente au moins 50 % de l'expérience du spectateur au cinéma. [...]

Tôt ou tard, le réalisateur arrivera à la fin du tournage. Il n'y aura plus de caméras, plus d'éclairage, plus de décor ou d'accessoires à ajuster. À ce moment-là, il se rendra en salle de montage pour se concentrer sur la manière la plus efficace de raconter l'histoire. C'est à ce moment-là que le son direct devient important pour lui. Il verra alors si nous avons relevé le défi même lors des jours où nous avions l'impression que nos voix n'étaient pas entendues, et que notre département semblait dépriorisé, nous n'avons pas abandonné."

L'enjeu est de masse et la tenue d'une bande-sonore relevant les défis techniques en vue d'un apport narratif tient par la préparation minutieuse des équipes de tournage et de post-production.

Nous avons discuté en amont du tournage avec Justin, le monteur son, et décidé que nous voulions ramener de la matière enregistrée en milieu naturel. Ceci était dans le but de contraster avec des sons entièrement reconstitués en bruitages et en fx. Nous voulions au-travers de ces préparatifs comprendre quels dispositifs choisir ou concevoir pour le tournage. Si une phase d'enregistrements de sons seuls et d'ambiances peut avoir lieu, quel matériel pouvons-nous utiliser ? Aussi, faut-il se limiter au même décor que pour l'image ? En bref, comment se constituer une banque de sons pouvant potentiellement servir de base en post-production.

Notre choix de micro pour la prise de son subaquatique s'est orienté vers un hydrophone : l'Aquarian H3. Il est, dans la gamme des hydrophones de la marque Aquarian, un modèle offrant un bon rapport signal/bruit et peu de perturbations liées aux manipulations. Nous l'avons choisi avec un câble de quinze mètres ainsi qu'un lest pour être certain qu'il soit un minimum stabilisé lors de son immersion. Après lecture de la notice de ce micro, une seule prérogative nous a marqué : *"Both aquatic and terrestrial animals may attack the cable in an unattended application. Using some kind of cable shroud, such as plastic tubing, can help protect the hydrophone in long-term*

Z
O
N
E
D
E
M
I
N
U
I
T

installations.” Nous allons donc veiller à ne pas nous le faire arracher par un gros poisson. Afin de préparer des enregistrements où il est possible de jouer sur la vitesse et la hauteur des fréquences, nous avons décidé d’enregistrer à une fréquence d’échantillonnage élevée (192 kHz ou 96kHz). Voici certaines spécifications techniques du H3 :

Useful range: <10 Hz to >100KHz (not measured above 100KHz, approximate sensitivity @100KHz = -230dB re: 1V/Pa) **Polar Response:** Omnidirectional <10KHz **Operating depth:** <80 meters **Operating temperature:** -10 to 65 Celcius

J’ai aussi décidé que nous allons utiliser un micro destiné aux très basses fréquences, fonctionnant à la manière d’un sismophone, le Géofón de chez LOM. Ce micro m’avait déjà servi sur un tournage de film de 3ème année afin de saisir dans les directs une forme de son fantastique venant appuyer un côté surréaliste à la scène tournée. Ici le Geofón a pour but de renforcer le déferlement des vagues sur la berge.

Nous nous sommes aussi dirigés vers un tri-pistes Sennheiser (trois capsules cardioïdes MK40) et un micro MS (MKH418) afin de saisir des ambiances de mer sur toute la continuité du tournage. (Le MKH418 était notre micro principal de perche, le film n’étant pas dialogué nous avons priorisé une captation MS pour que le front du 5.1 soit déjà constitué. Nous nous servions du MKH418 quand la perche n’était pas nécessaire.) L’intérêt que nous y avons trouvé est de pouvoir autant saisir des ambiances qui raccordent avec le milieu aérien que d’avoir des sons larges, à filtrer à notre guise, pour transitionner vers les profondeurs. Notre choix de prendre des micros Sennheiser se justifie par leur technologie à condensateur RF. Dennis Lennie explique la différence entre les microphones à condensateur AF et RF dans “*Microphones à condensateur RF : pourquoi sont-ils si efficaces sous la pluie ?*”

“ [...]les microphones à condensateur AF utilisent la capsule comme condensateur pour stocker la charge. Avec une plaque fixe et l'autre libre de vibrer en harmonie avec le son, la capacité varie et la charge entre ou sort de la capsule en conséquence. Cette mesure est effectuée par le préamplificateur de tête et produit un signal audio. C'est bien beau, mais la capsule est intrinsèquement intégrée à un circuit à haute impédance (plus de 1 Giga-Ohm) ; elle doit y rester avec la charge stockée jusqu'à ce que le diaphragme bouge et que toute variation de charge soit perçue comme audio. En atmosphère humide, la charge stockée s'échappe plus facilement sur les molécules

d'eau présentes dans l'air plutôt que par l'entrée du préamplificateur, ce qui produit du bruit et une sortie réduite, et un désagrément général. La tension de polarisation élevée attire également les particules de poussière vers le diaphragme, réduisant son efficacité et sa linéarité.

Le système RF (utilisé dans les microphones Sennheiser MKH) utilise la capsule (à basse impédance) d'une manière totalement différente: comme condensateur d'accord pour un oscillateur RF, qui l'utilise par nature dans un circuit à basse impédance où un signal haute fréquence traverse le condensateur en permanence. Les variations de capacité (provoquées par le déplacement du diaphragme par le son) modifient la fréquence de résonance du circuit (environ 8 MHz), devenant ainsi proportionnelle au signal audio. [La modulation est alors de l'ordre de changements d'amplitudes AM et de fréquence FM] Un simple démodulateur RF restaure la sortie à un signal audio conventionnel. Plus complexe et sophistiqué (mais toujours très robuste), ce système est hautement insensible aux effets de l'humidité et constitue donc la conception privilégiée pour une utilisation en extérieur (ou lors de déplacements de l'extérieur vers l'intérieur par temps froid !).”

Une fois que nous avons discuté du choix des micros et des sons que nous voulions récolter, nous avons aussi déterminé comment nous allions nous y prendre en studio. Nous avons décidé de monter le film dans un studio 5.1 pour que le subwoofer ait un rôle majeur dans la création des sons sous-marins. Au-delà de chercher à densifier les sons, l'envie est de plonger physiquement, de manière presque palpable, le spectateur dans l'espace donné. Comme nous avons déjà pu le constater, les basses fréquences peuvent nous stimuler de manière inconsciente. Nos corps sont ainsi plongés à leur tour sous la surface et nous nous retrouvons un peu plus imprégnés par cet univers.

Nous avons envisagé de construire des sonorités à partir de bruitages et d'expérimentations via l'hydrophone en baignoire et par des enregistrements en surface. De même, l'envie nous est venue de manipuler cette matière au-travers de plug-ins de reverb, de pitch et de temps, de diffusion par synthèse granulaire spatialisée (GRM), etc. (Le budget ne nous a pas permis de louer un bassin. Nous étudierons par la suite la création du son sur *Océans*)

2. Le tournage : captation sonore et premières expérimentations - mise en commun avec le TFE.

Parenthèse mathématique et physique

Il s'agit avant tout de définir l'espace et ses propriétés dans lequel une équipe va enregistrer et façonner le son.

Quelles sont alors les attributs du son dans l'eau ?

“En 1826, Daniel Colladon, physicien suisse, et Charles Sturm, mathématicien français mesurèrent sur le lac de Genève la différence de temps d'arrivée entre un éclair de lumière et le son d'une cloche de bateau immergée en utilisant une corne d'écoute sous-marine sur une distance de 17 km. Ils évaluèrent la vitesse du son à 1 435 m/s, fournissant ainsi la première mesure quantitative de la vitesse du son dans l'eau. Le résultat obtenu était précis à environ 2 % de la valeur réelle. {...} En 1919 fut publié le premier article scientifique sur l'acoustique sous-marine, donnant un modèle mathématique de la réfraction des ondes acoustiques par les gradients de température et de salinité dans l'océan. Des mesures de pertes de propagation validèrent expérimentalement les calculs de cet article.”

https://fr.wikipedia.org/wiki/Acoustique_sous-marine#:~:text=Les%20fr%C3%A9quences%20typiques%20de%201,elles%20sont%20absorb%C3%A9es%20tr%C3%A8s%20rapidement



Z
O
N
E
D
E
M
I
N
U
I
T

Nous sommes familiers au son dans l'air, avec une vitesse moyenne de 340 m/s, une longueur d'onde de 34 cm pour 1kHz, une certaine atténuation et un affaiblissement de son intensité acoustique tel que $L_b = L_a - 20 \log \text{dBdA}$ (formule de Zouboff) et $R = L_i - L_t$ (R étant l'indice d'affaiblissement acoustique et L les niveaux sonores incident et transmis). Ce qui veut dire qu'en doublant ou divisant par deux la distance du récepteur avec la source, on augmente ou atténue de 6dB l'intensité acoustique.

La densité et la compressibilité du milieu aérien est bien différente du milieu aquatique, l'eau étant plus dense que l'air et transmettant les ondes sonores plus efficacement et sur des distances plus grandes.

Ainsi, dans l'eau les propriétés du son sont les suivantes, en comparaison avec les données précédentes :

La vitesse du son est d'environ 1500 m/s (entre 4 à 5 fois plus rapide), la densité du milieu est 800 fois plus élevée (1000 kg/m³ face à 1.2kg/m³), l'absorption du son est moindre mais sa réflexion - surtout avec la surface - est quasi-totale dû à un écart d'impédance élevé avec l'air.

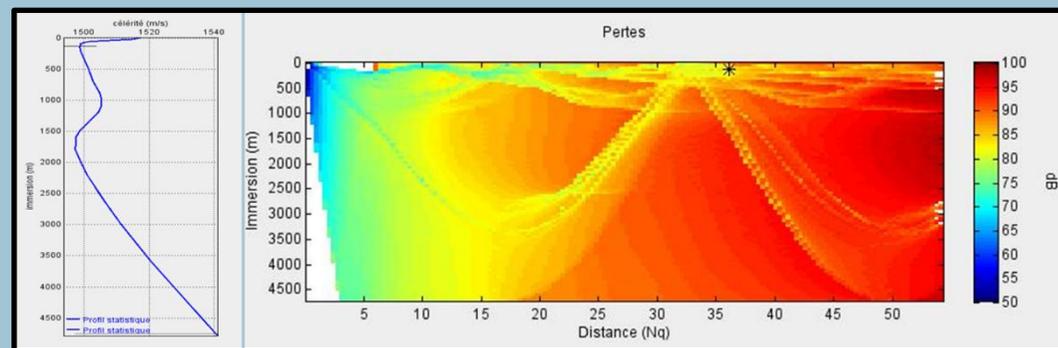
Dans l'eau, le son se propage en effet bien plus rapidement que dans l'air car les molécules sont plus proches les unes des autres. À fréquence égale, une onde est bien plus grande dans l'eau que dans l'air. Pour une onde à 1kHz, elle sera de 34 cm dans l'air face à 1,5 m dans l'eau. Les ondes vont donc bien plus loin en milieu aquatique, surtout les basses fréquences. C'est pour cela d'ailleurs que les perturbations liées aux moteurs des bateaux perturbent les espèces sur de très grandes étendues. Aussi, les sons entre l'atmosphère et le dessous de la surface ne communiquent presque pas entre eux. La différence d'impédance est telle que les sons se réfléchissent directement sur la surface. $Z = \rho * c$ (Z=impédance acoustique exprimée en kg/m²s, ρ =densité du milieu en kg/m³, c=vitesse du son dans le milieu en m/s).

Dans l'eau, différents facteurs influencent la vitesse du son : la température, la pression mais aussi la salinité. Ainsi, le son peut varier dans une même zone selon que l'on varie l'un de ces 3 facteurs.

Enfin, concernant l'intensité du son sous l'eau et sa propagation - puisque la relation $I=q^2/pc$ nous prouve que la divergence géométrique, l'absorption par l'eau, les réflexions et diffractions impactent la répartition des ondes, l'atténuation des hautes fréquences et leurs rapports aux fonds marins et particules en suspens - il va de soi que les instruments de captations sonores et de repères dans l'espace se focalisent sur les ondes à basses fréquences.

Le Canal SOFAR

Le canal SOFAR (Sound Fixing and Ranging), en français le Canal Sonor Profond, est une couche horizontale où l'on calcule une vitesse du son minimale. Les sons voyageant au-travers du canal SOFAR sont piégés et suivent sa trajectoire en se réverbérant sur les régions à plus grande célérité. Le son est en quelque sorte guidé par la réfraction et lui permet de voyager sur de longue distance sans dispersion malgré une célérité moindre. On peut ainsi trouver à partir de comparaisons des signaux sonores la localisation d'une source. L'établissement de zones de vies d'espèces (telle que le rorqual) a ainsi pu être effectué. Cette étude a été menée à ses débuts pour la détection de sous-marins ennemis...



Défis techniques de l'enregistrement direct sous l'eau - Expérimentation in situ et hors tournage. Étude de cas : *Océans* de Jacques Perrin

Sur mon TFE, nous avons déterminé avec Nicolas Alexandrov, l'ingénieur du son, comment il est possible d'enregistrer de la matière sonore sous-marine pendant le tournage. La question est complexe : les conditions pratiques sont quasi-insurmontables. Nous avons fait face à une impossibilité d'aller au large pendant la période de tournage, les vagues étaient si agitées que l'hydrophone pris dans le tumulte saturait. De plus, nous n'avions pas encore d'image sur lesquelles nous baser, puisque je voulais les filmer sur un temps à part du tournage. Nous avons tout de même conclu que des temps en soirée allaient être consacrés aux sons seuls uniquement. Dès lors, nous avons pu plonger avec une combinaison et l'hydrophone de 15 mètres de longueur au bord des plages, pour tâcher de saisir du direct sous-marin. Le résultat est très peu concluant et difficile à incorporer ou traiter dans le montage son du film.

Les sons enregistrés en milieu sous-marin pendant le tournage n'étant que peu concluants, je suis retourné seul en mer à la fois pour filmer et pour enregistrer des sons loin des berges. C'est à ce moment que j'ai pu embarquer sur un voilier au niveau de la rade de Brest et constater le vacarme incessant qui constitue l'environnement sonore de la côte bretonne. Les ambiances varient bien évidemment d'une zone à une autre mais il est fréquent d'entendre des clics et des grondements de moteurs.

Je me suis alors demandé comment s'y étaient pris Philippe Barbeau, Jérôme Wiciak, Nicolas Becker et Florent Lavallée sur le film *Océans*.



Étude de cas : *Océans* de Jacques Perrin

Lors de mon échange avec Jérôme Wiciak, qui a monté le film et fait les bruitages en compagnie de Nicolas Becker, j'ai pu en apprendre davantage sur les conditions du tournage et de la post-production.

Jérôme est arrivé sur le film *Océans* environ 2 à 3 ans après le début du projet. L'équipe avait alors déjà enregistré beaucoup de matière visuelle et sonore à cet instant du tournage. Au vu de ces deux années et d'échanges avec François Sarrano, océanographe ayant participé en tant que consultant scientifique, il a été déterminé que les enregistrements sonores sous-marins étaient trop peu concluants pour s'engager sérieusement dans cette direction. Ainsi, vu le peu de sons subaquatiques enregistrés en live, la production du film a décidé d'engager Jérôme et Nicolas afin qu'ils se penchent sur la création de l'univers sonore sous-marin en bruitages et design sonore.

Pour le tournage, la production a rapidement décidé que l'image serait la priorité. Les conditions de tournage de ce film documentaire étant si difficiles à appréhender, Jacques Perrin devait se concentrer sur l'image et la possibilité de saisir des instants rares. Filmer des espèces pendant des périodes bien particulières, parfois sur le temps d'un jour ou deux, impose ce genre de pratiques. Si l'instant précis est manqué, comme lors d'une migration en vue de périodes de reproduction, il faut attendre une année supplémentaire pour espérer la filmer à nouveau.



Ainsi, selon les images qui étaient filmées et le son pris en surface, Jérôme et Nicolas pouvaient s'affairer à construire l'espace sonore sous la surface. Parfois, la création en studio n'était pas suffisante. Un cri d'espèce bien particulier ne pouvait être reproduit artificiellement. La largeur de certaines ambiances, telle que le ressac des vagues perçues par dessous de la surface, doit être enregistrée en live.

GALATE E	FILMS	OCEANS			295 ARCTIQUE 05		
					Chefs opérateurs du son : Philippe Barbeau - Martine Todisco		très intéressant
					Enregistreur multicanal ZAXCOM DEVA IV v.3.34		intéressant
					Fichiers format BWFm, fréquence d'échantillonnage 96 kHz, quantification 24 bits		fichier supprimé
FICHER ORIGINAL	NB DE CANAU	DATE	HEURE	DUREE H:M:S	SUJET	MODE	NOTES
					GRAND CRACK DANS LA BANQUISE - ILE COBURG - NUNAVUT - Canada		
					PHOQUE BARBU (BEARDED SEAL - <i>Erignathus barbatus</i>)		
9505001	2	13/06/08	11h17	00:22:41	Ambiance phoque barbu sous l'eau : plusieurs individus émettent de longs trilles en spirale évoquant une fusée de feu d'artifice probablement émis par les mâles, toujours des sortes de grognements graves de temps en temps, ruissellement de l'eau sous la glace, bonne présence	Double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS) distants de 4 m environ
9505002	2	13/06/08	12h03	00:07:42	Ambiance phoque barbu sous l'eau : suite, comme 9505001, crissement d'un morceau de glace qui dérive et heurte la banquise à proximité des micros vers 6'	Double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS) distants de 4 m environ
9505003	1	13/06/08	12h11	00:00:18	annonce pour la prise précédente		
9505004	1	13/06/08	12h52	00:00:32	annonce pour les prises précédentes		
					FIN DES ENREGISTREMENTS		

GALATEE FILMS		OCEANS		318 GUADELOUPE 06					
						Chefs opérateurs du son : Philippe Barbeau			
						Assistant son : François Bidart			très intéressant
						Enregistreur multicanal ZAXCOM DEVA IV v.z3.34			intéressant
						Fichiers format BWFm, fréquence d'échantillonnage 96 kHz, quantification 24 bit			fichier supprimé
ATTENTION : SONS RICHES EN TRANSITOIRES ET EN FREQUENCES ELEVEES									
FICHER ORIGINAL	NB DE CANAU	DATE	HEURE	DUREE H:M:S	SUJET			MODE	NOTES
97125 PIGEON BOUILLANTE - BASSE-TERRE - GUADELOUPE									
Enregistrements réalisés depuis l'annexe du voilier									
1806001	2	11/11/2008	10h16	00:04:07	Cachalot (<i>Physeter macrocephalus</i>). Attention : distorsions entre 2'14" et 2'18" et à partir de 3'52". Clics d'écholocalisation émis en continu par le même groupe de cachalots que les jours précédents (entre 3 et 4 individus). Bruit d'hélice lointaine.			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806002	2	11/11/2008	10h20	00:04:13	Cachalot (<i>Physeter macrocephalus</i>). Suite de la prise précédente. Mêmes conditions. Les cachalots sont peut-être un peu plus présents. Quelques distorsions vers la fin. Chocs intermittents sur le câble de l'hydrophone du canal 1. Bruit d'hélice lointaine			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806003	2	11/11/2008	10h25	00:09:09	Cachalot (<i>Physeter macrocephalus</i>). Toujours le même groupe, encore un peu plus proche. Chocs intermittents sur le câble de l'hydrophone du canal 1. Bruit léger d'hélice lointaine			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806004	2	11/11/2008	10h40	00:01:28	Sans intérêt			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806005	2	11/11/2008	10h41	00:00:27	Sans intérêt			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806006	2	11/11/2008	10h42	00:13:54	Cachalot (<i>Physeter macrocephalus</i>). Une seule série intéressante de clics d'écholocalisation entre 37" et 1'40". Il s'agit d'un individu assez présent et d'autres plus lointains. Ensuite, les clics sont souvent distordus. Toujours le bruit léger d'une hélice.			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806007	2	11/11/2008	10h56	00:00:16	Sans intérêt			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806008	2	11/11/2008	10h56	00:03:41	Courtes séries de clics rapprochés. Origine non identifiée. Dauphins ?			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806009	2	11/11/2008	11h01	00:02:35	Courtes séries de clics rapprochés. Origine non identifiée. Dauphins ? Niveau sonore un peu plus élevé. Attention : à partir de 2'03", clics distordus.			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806010	2	11/11/2008	11h03	00:06:44	Ambiance sous-marine. Mer très calme. Légers mouvements de l'eau. Bateau (hélice) se rapprochant.			double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)

1806011	2	11/11/2008	11h11	00:18:47	Cachalot (<i>Physeter macrocephalus</i>). Attention : niveau d'enregistrement trop élevé jusqu'à 1'. A partir de 3'16", nombreuses séries de clics d'écholocalisation émis par un seul individu à peu près à l'aplomb de l'annexe (dixit Renato). Le niveau d'enregistrement est peu élevé (-10 dB max) pour éviter toute distorsion. Les Trim des entrées microphone ont été réglés à -15 dB sous le niveau nominal.	double mono	Hydrophones Offshore Acoustics (CIANAS)
1806012	1	11/11/2008	12h00	00:00:38	Sans intérêt	mono	Sennheiser MKH 40 - bonnette et suspension Cinéla
1806013	1	11/11/2008	12h02	00:00:40	Sans intérêt	mono	Sennheiser MKH 40 - bonnette et suspension Cinéla
1806014	1	11/11/2008	12h16	00:00:27	Sans intérêt	mono	Sennheiser MKH 40 - bonnette et suspension Cinéla
1806015	1	11/11/2008	12h17	00:00:37	Annonce pour séquences précédentes		
1806016	1	11/11/2008	12h25	00:02:47	Cachalot (<i>Physeter macrocephalus</i>). Quelques souffles captés depuis l'avant du voilier. Bruit léger du clapot sur la coque du voilier. Moteur lointain d'un autre bateau.	mono	Sennheiser MKH 40 - bonnette et suspension Cinéla
1806017	1	11/11/2008	12h57	00:01:16	Sans intérêt	mono	Sennheiser MKH 40 - bonnette et suspension Cinéla
1806018	1	11/11/2008	13h00	00:00:44	Sans intérêt	mono	Sennheiser MKH 40 - bonnette et suspension Cinéla
FIN DES ENREGISTREMENTS							

Nous pouvons constater que les sons enregistrés par Philippe sur le tournage étaient tout à la fois nécessaires et d'une complexité sans pareille. La matière retenue est souvent liée aux vocalises d'espèces ou aux ambiances de vents et de mers. Concernant les enregistrements effectués avec les hydrophones, des CIANAS - DPA, ils ont principalement servi à capter les chants des mammifères marins. La difficulté de ce type de prise de son ressort directement dans le rapport son : "Attention : niveau d'enregistrement trop élevé jusqu'à 1' ". Il est compliqué d'anticiper l'intensité sonore des vocalises et donc de régler le trim sur l'enregistreur (ici un Deva Zaxcom IV). À ce sujet, une baleine bleue ou un cachalot produisent des sifflements pouvant atteindre une intensité comprise entre 188 et 230 dB (cela équivaut à 160 db dans le milieu aérien, ce qui est extrêmement fort ...). La portée de ces sons est d'environ 15 km. Même la crevette pistolet tigre atteint les 200 dB en claquant de la pince à la vitesse d'une balle de fusil.

Tandis que Philippe et François Bidart, son assistant, bravent les océans et les continents polaires à la recherche de sons hors du commun, Jérôme et Nicolas expérimentent.



Suite à la demande de Jacques Perrin de surprendre le spectateur en s'écartant des chemins battus des environnements sonores sous-marins au cinéma, Jérôme a expérimenté pendant environ 8 semaines la conception de nouveaux sons, en retirant les graves, les sons de bulles et autres gimmicks si chers à l'imaginaire du spectateur. Il s'y est alors pris avec des cymbales frottées, du vent, des waterphones et d'autres sons plus aériens et décorrélés de nos attentes. Le rendu a amené à une expérience audiovisuelle intéressante mais aux aspects si étranges et perturbants que Perrin a décidé de ne pas s'en servir du tout. Le but du son n'est évidemment pas de sortir le spectateur du film sous

prétexte d'innover. Il fallait donc tout reprendre et trouver un compromis pour s'approcher autant du sensationnel que de la fidélité aux sonorités de ce milieu.

Le résultat final est constitué d'environ 40 à 50% de sons hydrophoniques, ce qui permet de donner un élan de modernité à la narration sonore. Jérôme et Nicolas ont pris le parti de jouer avec des sons naturalistes. Cela ne veut pas forcément dire qu'ils se sont emparés à 40% de sons directs mais qu'ils ont tâché de reproduire des sons plus cristallins et "cliquant" en bruitage. Nous pouvons d'ailleurs penser à la fameuse scène de combat entre une squille-mante et un crabe. Le combat mêle bien des sons hydrophoniques autant qu'un design de mouvements vifs et frottés, ainsi que d'ambiances profondes et filtrées. Jérôme explique qu'il est impossible de passer à côté de sons communs à ce genre de films. Nous sommes trop habitués à ce que les sons sous-marins représentent des mouvements, des impacts ou des chants dans la distance que leur absence enlèverait toute crédibilité à une séquence.

Lors du montage son de mon mémoire, j'avais pour intention première de me rapprocher de la direction artistique de *Océans*. Pourtant, la production de mon court-métrage ayant été bien en-deçà de celle du long-métrage, j'ai dû faire face à quelques frustrations pratiques. Tout d'abord, les sons hydrophoniques récoltés sur le tournage et lors de mon périple brestois n'ont pas été d'une grande efficacité narrative ni d'un esthétisme concluant. J'ai tenté de les faire évoluer au sein de différents plug-ins mais leur nature première est tellement pointillée de sons très aiguë et détachée de nos repères que je n'en ai utilisé qu'une infime partie. Il est intéressant de constater sur la timeline Protools que plus la séquence s'enfonce dans une atmosphère étrange et expérimentale, plus j'emploi des sons hydrophoniques et, ironiquement, réalistes.

Pour en revenir à *Océans*, le reste du son correspond aux attentes que l'on pourrait avoir d'une bande son subaquatique, car c'est ce qui fonctionne le mieux pour captiver le spectateur. Il faut noter cependant que l'entièreté du montage son s'est axé vers une fidélité précise à la nature du son sous-marin et son contexte. J'entends par ici qu'un chant ou un clic est utilisé en relation à ce qu'il signifie. À aucun moment un chant de cétacé en période de reproduction n'a été monté avec une image les représentant en train de combattre. La sélection des sons pour telle ou telle séquence s'est effectuée selon des lectures de rapports scientifiques et des consultations.

Nous pouvons le voir dans un document envoyé par Jacques Perrin à son équipe le 26 juillet 2008, en index de ce mémoire. Il y parle de l'alimentation des baleines à bosses par la technique du "filet de bulles" et des différents chants qu'elles produisent dans ce cas précis.

«Après que le groupe a plongé, une des baleines débute un ensemble de vocalisations qui ont reçues pour nom appels à la nourriture (feeding calls ». Des enregistrements de ces appels peuvent être écoutés à la page des enregistrements de baleines du site de l'AWF :

<http://www.alaskawhalefoundation.org/education/sounds/sounds.html>

Le souci de véracité pour le film de Jacques Perrin ne tient plus seulement à l'image mais aussi au son. Il s'agissait pour l'équipe son de s'informer et de se cultiver sur la biologie marine pour participer à la construction de ce film.

Durant la post-production, l'équipe son a aussi eu accès à un grand bassin en piscine pour reconstituer des prises de sons à l'hydrophone. Le bassin était profond de 4 mètres et permettait d'éloigner le micro de la surface pour éviter d'enregistrer des interactions avec cette dernière (bruits de bulles qui éclatent). Le problème des parois a également été pris en compte, car elles généraient des réflexions acoustiques indésirables. Ils ont donc masqué les réflexions des parois avec des tissus.

Les enregistrements ont été réalisés à une fréquence d'échantillonnage de 192 kHz pour exploiter au mieux les sons sans perdre de la qualité. Jérôme a puisé cette technique dans les ralentis des films de la saga *Matrix*. Il trouve que les possibilités de ralenti en milieu sous-marin à partir de tels échantillonnages sont très vastes et pleines de surprises. Lucien Balibar s'y est pris de la même manière sur *Flo*. Nous avons aussi procédé de la sorte sur mon TFE, je dois dire que c'est assez concluant la plupart du temps.



Concernant le traitement numérique via les plug-ins ou machines MIDI branchées au Protools, Nicolas et Jérôme ont envisagé plusieurs techniques. Ils ont essayé notamment le KYMA, inventé par Carla Scaletti en 1986. “*Kyma ? Qu'est-ce que c'est ? Kyma (l'onde en grec), c'est un logiciel pilotant une interface qui permet de créer des sons comme de la musique. Complètement ouverte, c'est une machine à fabriquer des machines pour créer du son ou de la musique, aussi bien en live qu'en post-production.*” explique Samy Bardet, ingénieur du son.

Jérôme avait pensé faire passer les sons directs et les bruitages au-travers du KYMA pour sampler ces sons et les faire interagir à sa guise avec l'image. L'idée est tombée à l'eau quand il a trouvé le son trop numérique, coloré et synthétique pour un film méritant une pâte plus organique et analogique, de fait. Il a alors évité tous les effets sonnante numérique, comme les flangers, chorus, phaser, etc. Dès lors, les modifications sur Protools ont pris le tournant du *Pitch n Time* et de la suite GRM conçue par l'INA. Nous nous y prenons de la sorte aussi sur mon TFE. Ce sont les outils qui paraissent être les plus intéressants pour ce qui est de la localisation des sons sous-marins et du jeu sur leur couleur et leur hauteur. Il faut se fier principalement à son oreille et un plug-in, tout attrayant qu'il soit, peut parfois être une fausse route.

Nous avons aussi cherché à jouer très simplement sur les niveaux et les placements des différentes ambiances et effets dans la salle. L'idée étant de nous immerger physiquement dans ce milieu aquatique, nous avons voulu faire évoluer les densités des couches aquatiques et leurs hauteurs, en partant des hautes vers les basses fréquences. Pour cela, nous avons chiné beaucoup d'ambiances sur les banques de sons, tant déjà sous-marines qu'enregistrées en surface. Celles en surface ont été filtrées afin de correspondre à nos attentes. Nous avons aussi beaucoup développé le hors-champ, dans lequel l'idée était de révéler un naufrage où l'esprit des morts allaient traverser les eaux. Ainsi, tous ces sons ont été réverbérés et apparentés au fur et à mesure à des chants de cétacés. Plus la séquence avance, plus les sons deviennent cliquant, fourmillant et s'éloignent de nos attentes, jusqu'à ce que l'on refasse surface.

Afin de suivre la trajectoire des esprits des péris en mer - d'être pleinement plongé dans ce milieu - nous avons mixé des passages de vagues au-travers de la salle en les faisant passer des arrières aux avants, jouant alors sur l'apparition et la disparition des autres sons les

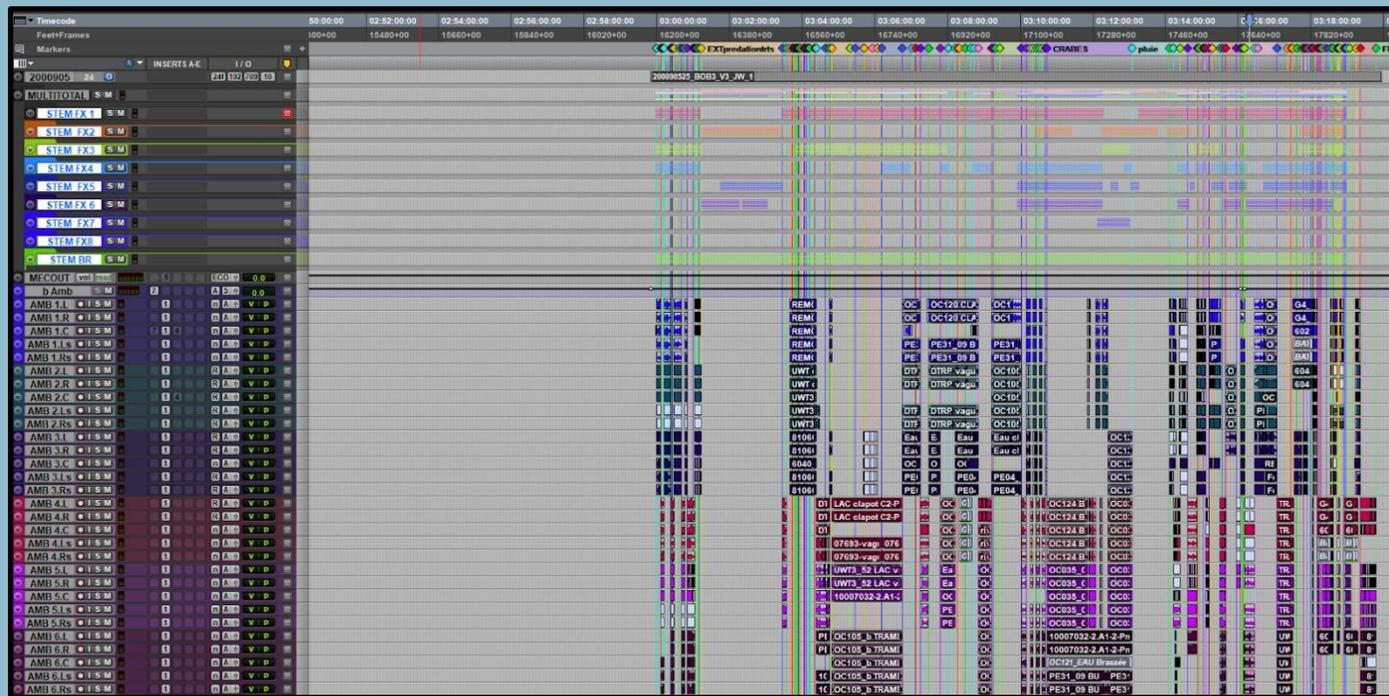
accompagnant. Peut-être que l'effet recherché aurait été plus concluant si le film avait été mixé en atmos. Pour cela, j'essaierai de mixer à nouveau ce film dans les auditoriums de l'école, prochainement équipés de cette technologie.

Si le son de *Océans* était à refaire, Jérôme aurait enregistré davantage de bruitages en piscine avec Nicolas Becker avant le tournage. De plus, ils auraient cherché à enregistrer plus d'espèces animales spécifiques. Il pense qu'ils auraient dû insister pour partir plus souvent chercher de la matière naturelle. Pendant le tournage, au vu des complications d'accès à certains sites restreints, telle que la Terre Adélie, un scientifique a dû être formé en seulement 6 mois pour effectuer des enregistrements en parallèle de ses recherches. Ces sons ont servi au montage son, mais il aurait été préférable d'avoir l'oreille aguerrie de Philippe, l'ingénieur son. Ce dernier a quand même pu se faire des sessions uniquement dédiée au son, accompagné par une équipe de régisseurs. Cependant ces sessions ont été trop peu nombreuses. Pendant l'une d'entre elles, Philippe est allé enregistrer des phoques barbus, cinq jours durant. Il y a cependant toujours cette difficulté de prévoir combien de temps sur place il faudra pour capter des sons intéressants d'animaux très spécifiques.

Jérôme raconte que la création de la bande-son en rapport à l'imaginaire collectif sous-marin implique plusieurs problématiques. En premier lieu, l'authenticité du chant animal que recherche Perrin se confronte aux habitudes du spectateur d'entendre toujours un signifié détaché de son signifiant. Le commun des mortels connaît uniquement les sons qu'émettent certains mammifères marins. Pourtant dans ce film, il y a une telle multiplicité d'espèces qu'il était important aux yeux de l'équipe de rester fidèle aux chants de chacune.



Le problème est qu'il y a une surreprésentation dans les films d'animaux tels que les dauphins et les baleines à bosse, sans jamais leur associer les bons sons ni les bons comportements. Les chants ne correspondent pas avec les postures. Les parcs marins touristiques nous habituent à des cris que l'on interprète selon notre spectre émotionnel en tant qu'humain : comme un son que l'on pourrait apparenter à joyeux dans un contexte où l'animal ne l'est finalement pas. Tout ceci est un large problème de point de vue et d'écoute anthropocentrée que cherche à éviter le réalisateur. En second lieu, d'une manière paraissant contradictoire, l'anthropomorphisme était nécessaire pour permettre à la narration sonore d'exprimer des choses dans un point de repère connu par tout à chacun. Rendre à l'animal toute sa vérocité tout en nous faisant ressentir une émotion via notre spectre est en quelque sorte le défi majeur de l'équipe son de ce film.



CONCLUSION

L'analyse historique et artistique des représentations du monde sous-marin a montré que les codes sonores utilisés dans les films se sont progressivement forgés autour d'effets reconnaissables : graves, filtrés, enveloppants, souvent inquiétants. Ces choix répondent à une double exigence : créer une immersion sensorielle convaincante, et dialoguer avec les peurs, les fantasmes et les représentations intériorisées par le spectateur. Le cinéma, loin de proposer une restitution fidèle de la réalité acoustique subaquatique, propose ainsi une interprétation dramatique du milieu marin, où le réalisme s'efface souvent au profit de l'émotion.

À travers l'étude du processus de création d'une bande-son subaquatique, nous avons pu relever de l'importance de la préparation, du dialogue entre les différentes phases de production et des choix techniques. De l'écriture du scénario à la post-production, chaque étape peut enrichir l'univers sonore d'un film, en faisant de celui-ci non pas un simple accompagnement, mais un véritable moteur narratif.

En mettant en tension les contraintes physiques du son sous l'eau, les attentes du spectateur et les outils créatifs du design sonore, nous avons pu souligner combien une bande-son subaquatique est un champ encore ouvert à l'expérimentation. Loin de se limiter à une reconstitution technique, elle devient un langage poétique à part entière, capable d'élargir notre perception du monde, d'exprimer l'invisible, et d'interroger notre rapport à l'inconnu.

S'aventurer sous la surface de l'eau, c'est non seulement affronter un espace sensoriellement inaccessible, mais aussi interroger les représentations qui en sont faites, entre mythe, science et imaginaire artistique. Ce mémoire a permis d'explorer la manière dont les bandes sonores subaquatiques au cinéma participent activement à la construction d'un imaginaire collectif, en s'appuyant sur les codes acquis et en évolution chez le spectateur.

Mon TFE a été un terrain d'expérimentation sonore où la frontière entre le monde terrestre et le monde marin a pu être explorée à travers une narration sensorielle et symbolique. Ce projet m'a permis de mieux comprendre la complexité, mais aussi la richesse de la conception sonore dans des environnements complexes.

Z
O
N
E
D
E
M
I
N
U
I
T



ANNEXE

- Document envoyé par Jacques Perrin à son équipe, à propos des baleines à bosses.

“ *Objet : L'alimentation des baleines à bosses par la technique du « filet de bulles » au sud-est de l'Alaska.*

*Le texte qui suit est la traduction d'un texte de la Fondation pour l'étude et la préservation des cétacés de l'Alaska (Alaska Whale Foundation ou AWF) http://www.alaskawhalefoundation.org/education/bubble_net/bubble_net_feeding.htm Il s'agit d'un comportement fascinant des **baleines à bosse** : la capture en groupe des harengs en Alaska du sud-est tel que j'ai pu l'observer du 2 au 22 juillet 2008 dans le détroit de Chatham en Alaska comme membre de l'équipe de tournage de Galatée Films pour le film Océans.*

=====

*« La capture de petites proies marines par **la technique du filet de bulle a été identifiée comme un comportement social de quête de nourriture**. Bien que l'on trouve des baleines à bosse dans les océans du monde entier, toutes ne pratiquent pas ce type de capture en groupe social organisé. Il a été observé et décrit dans la littérature dans des populations du sud-est de l'Alaska, la côte nord-ouest de l'Amérique et la côte ouest de l'Amérique du sud. De tous les groupes pratiquant la pêche au filet de bulles, celle du sud-est de l'Alaska est celle qui a été la mieux décrite. Il serait inexact de dire que ce comportement a été parfaitement compris. Bien qu'un comportement aussi passionnant qu'étonnant ait été souvent filmé, le mécanisme et les facteurs déterminant de la pêche au filet de bulle restent faiblement compris. Les scientifiques de l'AWF sont parmi les observateurs les plus expérimentés au niveau mondial de la technique du filet de bulles pour la capture des proies ou « bubble net feeding » (BNF) . Le National Geographic coopère avec l'AWF pour observer et filmer ce comportement surprenant.*

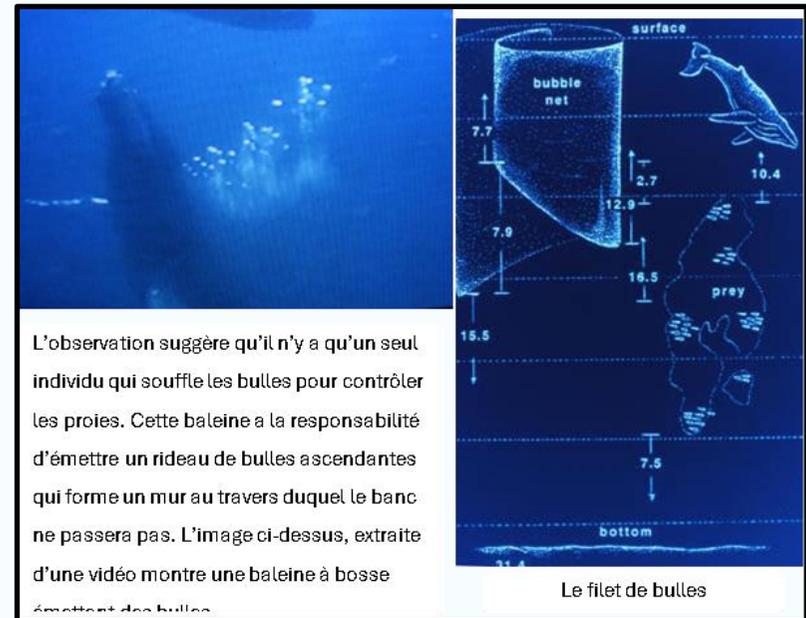
Il a été décrit pour la première fois dans les années 80 par des scientifiques tels Cynthia D'Vincent et Scott Baker. Les scientifiques sont arrivés à la conclusion que la pêche en groupe avec un filet de bulle est une activité alimentaire concernant la poursuite et la capture de

petits bancs de poissons. Beaucoup d'espèces de mammifères marins sont connus pour utiliser l'émission de bulles pour la capture des proies, mais la manière utilisée par les baleines à bosse pour manipuler ces proies est unique. On ne connaît pas avec certitude les facteurs déterminant la formation comme la taille des groupes, mais il est clair que certains individus jouent un rôle spécifique indispensable au succès de ce mode d'alimentation .

Il semble que la baleine souffleuse de bulles ait une idée de la position des proies car elle ajuste la profondeur de son déploiement de bulles à celle des groupes de proies.

Elle commence par émettre un long chapelet de bulles curviligne qui se fragmentent en remontant pour former un grand mur qui s'élève jusqu'à la surface. Nous ne savons pas si toutes les baleines pratiquant ce mode social d'alimentation sont susceptibles de jouer le rôle de souffleuse de bulle, mais il est clair que ce rôle possède une signification spéciale au sein du groupe.

Nous pensons que pendant que la souffleuse de bulle met en place son filet de bulles, le reste des baleines se tiennent groupées à quelques distances. Le groupe a plongé depuis la surface de manière relativement groupée. C'est à l'occasion de ces plongées groupées, qu'il est possible de prendre les photographies de leur queue qui permet de les identifier. Il semble qu'elles se tiennent en plongée de manière à avoir le banc de harengs entre elles et le filet de bulles.



Après que le groupe a plongé, une des baleines débute un ensemble de vocalisations qui ont reçues pour nom appels à la nourriture (feeding calls ». Des enregistrements de ces appels peuvent être écoutés à la page des enregistrements de baleines du site de l'AWF : (<http://www.alaskawhalefoundation.org/education/sounds/sounds.html>)

Nous savons que les harengs fuient ces bruits en direction du filet de bulles. Nous ne savons pas si ces appels servent aussi à la communication entre les baleines. Alors que les proies arrivent à proximité des bulles, la souffleuse de bulles ferme le filet de bulles autour d'elles, en créant un cylindre de bulles avec les proies piégées à l'intérieur. La figure ci-dessus à droite de la page précédente donne une description de l'ensemble du filet de bulles. La position de la baleine dans cette figure n'est pas correcte et est donnée seulement à titre d'illustration, les dimensions sont en pieds (0.3048 m). Le groupe se positionne au bas du cylindre de bulle pendant que les harengs fuient en montant vers la surface.

D'une façon non connue, le groupe sait quand il doit remonter de façon coordonnée au travers du cylindre de bulles. Nous ne savons pas à quel instant la souffleuse de bulles rejoint les autres, mais elle participe au festin.

Alors que les baleines approchent de la surface, elles ouvrent largement la bouche et aspirent à travers leur évent. La figure ci-contre donne une description des attitudes prises par un individu lors de sa remontée.

Quand les baleines à bosse ouvrent la bouche, elles ont la capacité de désarticuler et élargir leur mâchoire inférieure de façon à présenter une large surface de capture des proies.

Dans les derniers instants de la mise en ligne du groupe, certaines baleines pourront rejoindre la chanteuse dans un cœur d'appels à la nourriture. “

FILMOGRAPHIE

SCOTT Ridley (réalisateur), Alien, États-Unis / Royaume-Uni, 20th Century Fox / Brandywine Productions / Dune Entertainment / Scott Free Productions / TSG Entertainment, 1979-2024.

FLEISCHER Richard (réalisateur), Vingt Mille Lieues sous les mers, États-Unis, Walt Disney Productions, 1954, 127 min.

COUSTEAU Jacques-Yves et MALLE Louis, Le Monde du Silence, France, 1956, 66 min.

CAMERON James, Abyss, États-Unis, 20th Century Fox / Lightstorm Entertainment / Pacific Western Seve Johnson's XFX Inc., 1989, 139 min.

PERRIN Jacques, Océans, France, Galatée Films / France 2 Cinéma / France 3 Cinéma / Pathé Production, 2010, 103 min.

VERBINSKI Gore, Pirates des Caraïbes : Le Secret du coffre maudit, États-Unis, Jerry Bruckheimer Films / Second Mate Productions / Walt Disney Pictures, 2006, 151 min.

MÉLIÈS Georges, Le Voyage sur la Lune, France, Star Film, 1902, 14 min.

LUCAS Georges, Star-Wars, États-Unis, Lucasfilm / Bad Robot Productions, 1977-2019.

BUSTILLO Alexandre et MAURY Julien, The Deep House, France, Radar Films, 2021, 81 min.

WACHOWSKI, Matrix, États-Unis / Australie, Warner Bros. / Village Roadshow Pictures / Groucho II Film Partnership / Silver Pictures, 1999-2003.

MÉLIÈS Georges, Deux cents milles sous les mers, France, Star Film, 1907, 10 min.

BACON Lloyd, Les Hommes-grenouilles, États-Unis, Twentieth Century Fox, 1951, 96 min.

FAIRCHILD William, L'Ennemi Silencieux, Royaume-Uni, 1958, 112 min.

DANON Géraldine, Flo, France, Les Films Manuel Munz / France 2 Cinéma, 2023, 131 min.

ROMERO Georges, La nuit des morts vivants, États-Unis, Image Ten, 1968, 96 min.

SPIELBERG Steven, Les dents de la mer, États-Unis, Universal Pictures, 1975, 124 min.

TURTLETAUB Jon, En eaux troubles, États-Unis, Apelles Entertainment, 2018, 113 min.

BLONDEEL Emilien, Le Crépuscule, France, La Fémis, 2025, 24 min.

BIBLIOGRAPHIE

VERNE Jules, Vingt Mille Lieues sous les mers, Paris, Éditions Magnard (2018), 1869-1870.

ARISTOTE, De l'âme, Paris, Éditions Garnier Frères (2018), 350 av. J.-C.

DESPRET Vinciane, Habiter en oiseau, Arles, Actes Sud (2023), 2019.

HENDERSON Caspar, Une histoire naturelle des sons, Paris, Les Belles Lettres, 2024

SADORGE Henri, "Portrait du sous-marinier", Magazine de la Marine, 1960

ELNADI Bahgat et RIFAAT Adel, "Environnement et développement: un acte planétaire", Le Courrier de l'UNESCO, 1991.

ICONOGRAPHIE

MORAN Edward, The Valley in the Sea, huile sur toile, 102,9 x 162,6 cm, Indianapolis Museum of Art at Newfields, 1962.

GELLÉE Claude, Port de mer au soleil couchant, huile sur toile, 103 x 137 x 9,5 cm, Paris Musée du Louvre, 1693.

BRUEGHEL Pieter, La chute d'Icare, huile sur panneau transposée sur toile, 73,5 x 112 cm, Musées royaux des beaux-arts de Belgique, 1558.

SITOGRAPHIE

CUVELIER Alice, “Quelles représentations pour l’Océan ?”, Hybrid, 2024, [en ligne] <https://journals.openedition.org/hybrid/3879>

“PICCARD Auguste : Plongée record du monde”, Wikipédia, dernière modification le 12/03/2025, [en ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Auguste_Piccard

MÉZAN Laure, “La mer de Debussy : en l’écoutant vous vous croirez au bord de l’eau”, Radio Classique, 2020, [en ligne] <https://www.radioclassique.fr/histoire/oeuvres/la-mer-de-debussy-en-lecoutant-vous-vous-croirez-au-bord-de-leau/>

“World’s first library of underwater biological sounds to monitor changing marine life”, Australian Institute of Marine Science, 2022, [en ligne] <https://www.aims.gov.au/information-centre/news-and-stories/worlds-first-library-underwater-biological-sounds-monitor-changing-marine-life>

“World Oceans Passive Acoustic Monitoring Day”, Global Library of Underwater Biological Sounds, [en ligne] <https://www.glubs.org/wopam-day>

Xeno-Canto, [en ligne] <https://xeno-canto.org/>

Earth.fm, [en ligne] <https://earth.fm/>

“Bruits sous-marins et mammifères marins”, Clear Seas, [en ligne] <https://clearseas.org/bruits-sous-marins/>

BLONDEEL Émilien, “Rade de Brest”, Soundcloud, 2025, [en ligne] https://soundcloud.com/emilien-blondeel/rade-de-brest/s-GWsfVIxjNTp?si=dd48cb11c5cd4499b29744b9386b3b88&utm_source=clipboard&utm_medium=text&utm_campaign=social_sharing

“Vingt mille lieues sous les mers”, Cinémathèque, 2017, [en ligne] <https://www.cinematheque.fr/film/31103.html#:~:text=Un%20mod%C3%A8le%20de%20film%20d,s%C3%A9ries%20B%20pour%20e%20studio.>

CHAPMAN David Malcolm, The Undersea World of the Sound Department: the Construction of Sonic Conventions in Sub-aqua Screen Environments, [en ligne] https://repository.uel.ac.uk/download/c37c1cc0afddd0f65d267edb54b808eaedbe0a5afd2183867b1052f6a7a261b/279571/NS%206.2%20Chapman_sd.17.03.16.pdf

DEBUSSY Claude, “La Mer”, Youtube, 2014, [en ligne] https://www.youtube.com/watch?v=6k9tVGNb_kA

RICHARD Hélène et CORBIN Alain, “La Mer : Terreur et Fascination”, BnF Éditions, 2004, [en ligne] <https://editions.bnf.fr/la-mer-terreur-et-fascination>

LAVALLÉE Florent et BALIBAR Lucien, “Compte rendu de l’atelier du scénario aux sons seuls”, AFSI, 2025, [en ligne] <https://www.afsi.eu/articles/169667-compte-rendu-de-l-atelier-du-scenario-aux-sons-seuls>

BALIBAR Lucien, “Atelier Sons Seuls : FLO”, Vimeo, 2025, [en ligne] <https://vimeo.com/1060867185>

HAYES Simon, “Sound's Post”, Facebook, 2023, [en ligne] https://www.facebook.com/story.php?id=100068051642709&story_fbid=661107102834339&_rdr

“Acoustique sous-marine”, Wikipédia, dernière modification le 22/07/2023, [en ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Acoustique_sous-marine

“Atténuer une onde sonore par transmission”, Digischool, [en ligne] <https://www.digischool.fr/cours/attenuer-une-onde-sonore-par-transmission>

“Canal SOFAR”, Wikipédia, dernière modification le 25/08/2023, [en ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Canal_SOFAR

“Kyma sound design language” [https://en.wikipedia.org/wiki/Kyma_\(sound_design_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Kyma_(sound_design_language))

LEBON Thierry, “Compte rendu atelier KYMA”, AFSI, 2024, [en ligne] <https://www.afsi.eu/articles/152213-compte-rendu-atelier-kyma>

KACI Laetitia, “Vingt mille bruits sous les mers”, Le Courrier de l’UNESCO, 2023, [en ligne] <https://courier.unesco.org/fr/articles/vingt-mille-bruits-sous-les-mers>

ELNADI Bahgat et RIFAAT Adel, “Entretien avec Jacques-Yves Cousteau”, Le Courrier de l’UNESCO, 2020, [en ligne] <https://courier.unesco.org/fr/articles/entretien-avec-jacques-yves-cousteau>

MARDIROSSIAN Gilles (réalisateur), “Ne faire qu’un avec le Grand Large”, Podcast, France Culture, 2024, [en ligne] <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/lsd-la-serie-documentaire/le-sentiment-oceanique-2-4-ne-faire-qu-un-avec-le-grand-large-5223801>

MARDIROSSIAN Gilles (réalisateur), “L’apnée et l’infini”, Podcast, France Culture, 2020, [en ligne] <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/lsd-la-serie-documentaire/le-sentiment-oceanique-1-4-l-apnee-et-l-infini-3442982>

KOBYLAK Anne (réalisatrice), “Sous-marins : l’imaginaire des profondeurs”, Podcast, France Culture, 2017, [en ligne] <https://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/concordance-des-temps/sous-marins-l-imaginaire-des-profondeurs-9971535>

AYESTARAY Valérie (réalisatrice), “Les paysages sonores des fonds marins”, Podcast, France Culture, 2023, [en ligne] <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/la-terre-au-carre/la-terre-au-carre-du-mardi-21-mars-2023-6102433>

“La mer est-elle sans fond ?”, BnF Les Essentiels, [en ligne] <https://essentiels.bnf.fr/fr/societe/environnement/9fcf6cc8-5998-4ce7-9de8-7dee05f324b6-homme-et-mer/article/c9827822-9ccd-4516-9d54-97fbef6b8ef6-mer-est-elle-sans-fond>

AUJOULAT Noël, “La Phantasia dans le De anima d’Aristote”, Persée, 1990, [en ligne] https://www.persee.fr/doc/palla_0031-0387_1990_num_36_1_1212

VIÉVARD Ludovic, “À la découverte des paysages sonores marins”, Pop’Sciences Mag, 2020, [en ligne] https://popsciences.universite-lyon.fr/le_mag/a-la-decouverte-des-paysages-sonores-marins/

KOKCHAROVA Olga, “L’imaginaire de la mer”, GMEM, 2024, [en ligne] <https://gmem.org/l-imaginaire-de-la-mer>

HELMREICH Stefan, “Seashell Sound”, Cabinet Magazine, 2012-2013, [en ligne] <https://www.cabinetmagazine.org/issues/48/helmreich.php>

MORTELMANS Marc, “Quels sont les sons les plus puissants du Vivant ?”, Baleine Sous Gravillon, 2022, [en ligne] <https://baleinesousgravillon.com/quels-sont-les-sons-les-plus-puissants-du-vivant/#:~:text=Baleine%20bleue%20et%20Cachalot%20%3A%20188,une%20port%C3%A9e%20de%2015%20km.>

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
DES MÉTIERS DE L’IMAGE ET DU SON
La femis