



## Michel Redolfi : ECOUTER SOUS L'EAU (Les concerts subaquatiques)

L'eau matérialise le son, le substantifie, le rend épais, palpable et pénétrable.

La *matière sonore* n'est plus une image du vocabulaire musical : l'eau et le son, entrelacés au niveau moléculaire, créent une matière fluide et sonore dont on ne se contente pas d'observer pour ses reflets de surface, mais dans laquelle on s'enfonce pour goûter son volume, sa masse, sa chaleur et ses vibrations.

C'est en fait une substance acoustique, mesurable indifféremment en mètres cube, en décibels, en degrés centigrades ou en hertz. L'auditeur est libre de la traverser quand il le veut, comme il le veut, et d'y découper des formes mentales personnelles. Le concert subaquatique est un *réservoir onirique* ».M.R

(Extrait des notes du programme de "Fluide et sonore" premier concert subaquatique en piscine, Festival de la Rochelle, Juillet 1981)

### Introduction

Depuis 1979, le projet des *musiques subaquatiques* explore à la fois les techniques de diffusion du son en milieu aquatique et tente de cerner à des fins artistiques, les caractéristiques de l'écoute humaine en immersion.

Sous l'eau, il n'y a que peu de corrélation entre l'émission physique d'un signal et sa perception par l'individu, du moins selon les modèles perceptifs aériens. Bien que le son

se transmette très efficacement sous l'eau, l'homme à l'écoute n'en percevra que certaines composantes, essentiellement celles captées par la résonance de sa boîte crânienne, les tympans étant quasi inopérants en milieu liquide.

il me fallut concevoir un projet musical qui joue et se joue des limites de la conduction osseuse, en tentant de cerner les multiples incidences de cette situation inouïe sur l'espace vécu par l'auditeur : Cet espace d'écoute subaquatique s'avèrera être un espace perçu comme mat et enveloppant, évacuant toute latéralité, réverbérations et profondeur de champ ; une sorte de mise à plat cubiste de nos paramètres d'écoute tels qu'assimilés depuis notre enfance. L'écoute sous l'eau implique une reprogrammation radicale de notre appareil auditif et mental, imposant au musicien d'en comprendre puis d'en maîtriser la dimension psycho-acoustique.

Les données sociologiques du concert seront aussi révisées : un groupe d'auditeurs dévêtus, se mouvant en en gravité-zéro dans l'eau chaude, ne peut réagir comme un auditoire conventionnel. Il doit refaire ses repères dans le nouvel espace et prendre en charge une audition littéralement inouïe. Il relaie l'exploration et l'imagination du compositeur.

La musique subaquatique sera donc tout aussi expérimentale aussi pour le musicien qu'*expérimentable* pour l'auditeur (*music to experiment and to experience*).

Cet article résume les principes physiques et psycho-acoustiques de l'écoute en immersion et en esquisse les résonances esthétiques.



### Qu'entendre sous l'eau ?

De tout temps l'homme a rêvé d'une eau mystérieuse et sonore : les divinités, sirènes, et autres cathédrales englouties abondent et sont le bruit de fond de nombreux mythes, spiritualités et superstitions ; néanmoins aucune culture n'a jamais su produire concrètement une manifestation sonore, rituelle ou profane, subaquatique. Au-delà du peu d'intérêt social que cela peut avoir pour les homo sapiens affranchis de leurs branchies originelles, force est de constater la stricte impossibilité de générer vocalement ou instrumentalement une émission acoustique efficace dans un milieu des milliers de fois plus denses que l'air.

Et pourtant, des myriades de sons biologiques circulent parfaitement sous l'eau et quatre fois plus rapidement

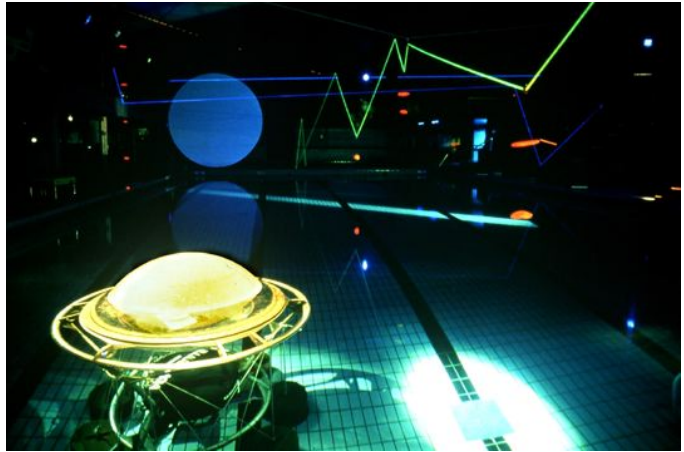
que dans l'air (1450 m/s contre 350 m/s). L'humain est partiellement apte à les percevoir par conduction osseuse crânienne en s'immergeant ou, plus simplement, par simple contact de la tête avec la surface de l'eau ; en flottant par exemple en position dite de planche.

Cependant, cette adaptabilité physiologique de notre appareil d'écoute en immersion (sans corollaire pour les autres sens) est encore largement ignorée de nos jours, sans doute parce qu'il n'y a que peu de choses à entendre sous les plans d'eau publics, à quelques vrombissements anodins près (murmure des pompes de piscines et stridulations des hors-bord). Les occasions d'être dans une eau puissamment sonorisée par haut-parleurs étant réduite pour l'instant à mes travaux, beaucoup se résignent à considérer la mer et l'eau en général, comme un « Monde du Silence ».

Loin des côtes cependant, les bruissements industriels de l'exploration océanique, inapprochables pour le commun des nageurs, composent des paysages sonores fortement « civilisés » : bourdon des hélices géantes, piailllements des sonars, percussions des pilons, tintinnabulations des chaînes d'ancres et filets...

Malgré ce bruit de fond et toujours hors champ d'écoute humaine, 20 000 espèces de poissons et mammifères partagent une communication sonore grâce à des organes spécialisés, dont beaucoup n'ont pas encore révélé leur morphologie : Les poissons grognent, tambourinent ou crissent, les crevettes cliquettent et les dauphins gazouillent, caquètent et sifflent. On dit que les baleines chantent, je dirais plus prosaïquement qu'elles meuglent.

La fascination de l'homme pour se plonger dans une eau efficacement sonore était néanmoins latente et s'est vérifiée en 1981, date à partir de laquelle j'ai mis en pratique mes recherches acoustiques dans les *concerts subaquatiques* ; une appellation un peu provocante par son intitulé générique, mais qui atteint son objectif, celui de rapidement éveiller (réveiller ?) un dispositif d'écoute enfoui dans la mémoire collective...et probablement dans la mémoire prénatale.



## Perception du spectre



Sous l'eau le son se propage quatre fois plus rapidement que dans l'air (1450 m/s contre 350 m/s), "traverse" la chair de l'auditeur et n'est arrêté dans sa course que par les os qui entrent en résonance.

La tête est ainsi mise en vibration comme sous l'effet d'un diapason et transmet directement et simultanément le son aux systèmes nerveux des deux oreilles internes, ancrées derrière les maxillaires. Les tympans, eux, de même densité (impédance) que l'eau -comme toute notre peau - sont devenus acoustiquement transparents et n'ont presque pas frémi dans l'opération. La seule manière de les faire fonctionner est paradoxalement de se boucher les oreilles (occlusion du conduit auditif externe) afin de percevoir et même amplifier de 20 dB nos propres vocalisations ; bouche fermée faut-il le rappeler !

Cet effet d'occlusion, qui fonctionne pareillement dans l'air, n'intéresse guère l'écoute de l'environnement subaquatique pour laquelle nous prendrons seulement en compte l'excitation de la boîte crânienne par des sources extérieures :

La courbe optimale que j'ai empiriquement relevée se situe entre 200 Hz et 8000 Hz, mais la sensibilité moyenne, en écoute de sources ambiantes, semble comprise entre 500 Hz et 5000 Hz.

La flottaison de l'auditeur moyen, induisant la mise en eau partielle de la tête, va opérer quant à elle un filtrage supplémentaire suivant la conductivité des plaques osseuses en contact avec l'eau :

Allongé en surface et sur le dos, la nuque donc immergée, la position de « planche » crée une emphase des haut médiums entre 1000 Hz et 2000 Hz. La perception est « dure », mais efficace (qui n'a jamais entendu ainsi le crissement du sable ou le cliquetis des coquillages...).

Au contraire, la position avec la face dans l'eau (avec masque et tuba par ex.) induit une perception douce et homogène du spectre, mais provoque collatéralement une chute de la sensibilité générale... Néanmoins je recommanderais cette position pour l'écoute musicale à défaut d'une immersion complète, situation acoustiquement idéale.

>Les timbres subaquatiques sont perçus comme médiums aigus avec une courbe comprise entre 500 Hz et 5000 Hz qui confère une impression de fragilité cristalline à l'ensemble des timbres.



### Perception de la dynamique

La rigidité du récepteur crânien est responsable dans l'eau d'une perte de sensibilité de 50 % par rapport à la perception tympanique aérienne. Cette rigidité rétrécit aussi l'échelle dynamique et induit une (in)sensibilité quasi binaire : son ou silence, tout ou rien : A faible niveau de diffusion sonore, le crâne n'entre pas en résonance, mais dès que la conduction devient opérante, les hausses de niveau qui suivent ne sont plus guère perçues.

Le court-circuitage des tympans est également responsable de l'absence d'impression dynamique : l'oreille interne ignore ses fameux "seuils de douleurs" qui dans l'air nous donnent instantanément l'alerte (quelques fois trop tard).

Sous l'eau, l'approche d'une source électroacoustique intense ne se traduira que par de légères gênes d'équilibre mais non par une douleur. Ceci peut s'expliquer par le fait que le tympan et l'oreille moyenne (les détecteurs sensibles) ne sont pas activés alors que l'oreille interne peut l'être directement par conduction solidienne. Seule la proximité immédiate à un transducteur (ou à une baleine hurlante m'a confié un plongeur !) induira une pression ressentie sur tout le corps et traduisible en alerte tactile - à l'instar de la ligne latérale des poissons.

*>Dans l'eau, les différences de volumes sont peu perceptibles : La rigidité crânienne agit comme un compresseur dynamique n'autorisant qu'une bande de nuances comprises - en termes musicaux et conventionnels - entre le mezzo-piano et le mezzo forte.*

### Perception de l'espace

Dans l'eau, le son excitant d'une vibration unique la masse osseuse où se logent les deux oreilles internes, la localisation binaurale (stéréophonique) telle que perçue dans l'air est remplacée par une perception monophonique abolissant la localisation. Tous les sons apparaissent spatialement centrés au milieu de la tête ou même perçus comme émis par la tête. Cette sensation, que l'on qualifiera plus précisément

En effet deux facteurs concourent à gommer la perception des retours du son :

-Les réverbérations longues parviennent avec une intensité inaudible pour la conduction osseuse (voir paragraphe ci-dessus).

-Les réverbérations courtes - voyageant à quatre fois leur vitesse terrestre - se situent le plus souvent en dessous de nos seuils de perception de retard (évalués à 50 millisecondes en écoute monophonique).

Mes expériences ont cependant démontré qu'un individu pouvait en piscine localiser un haut-parleur « à l'oreille » aux conditions que le plongeur se meurt dans l'espace : les fréquences aiguës du spectre s'atténuant rapidement avec la distance, ce sont les altérations harmoniques du son qui renseignent sur la distance et l'emplacement d'un émetteur (à l'exclusion donc du volume et des retards).



*>La transmission crânienne du son simultanément aux deux oreilles internes provoque une perception monophonique de l'espace. La latéralité ainsi que la profondeur de champ disparaissent, les réverbérations s'effacent et font place à un espace mat enveloppant le sujet. Le repérage spatial de substitution se fait au niveau des modifications spectrales perçues par l'auditeur lors de ses déplacements vis à vis de la source.*

## Jouer derrière le miroir

L'inventaire des effets de l'audition subaquatique (spectre haut-medium, dynamique compressée, espace monophonique et non-réverbérant) se traduira inmanquablement par une série de déceptions si les musiques diffusées ou jouées sous l'eau n'exploitent pas, ou ne contournent pas, ces contraintes. C'est le cas de la plupart des enregistrements discographiques (classiques, pop, etc.) qui diffusés tels quels sembleront se rétrécir dans l'eau, par manque de "punch", de basses, de volume, de stéréo, etc.

Deux options sont possibles pour reconstituer sous l'eau une écoute de qualité aérienne, suivant que l'on s'attache à y réinjecter un monde musical conventionnel ou que l'on veuille l'habiter de musiques spécifiques.



*A/ S'il s'agit de restituer sous l'eau la palette orchestrale conventionnelle, on ne sélectionnera et diffusera par haut-parleurs que les timbres dont le spectre et la dynamique se rapprochent des meilleures zones de sensibilité de l'écoute crânienne :* Les soli ou petits ensembles de flûtes, bois, violons, instruments à cordes pincées, petites percussions, métallophones, etc. seront performants ainsi que toute lutherie à spectre étroit sans fondamentale grave. Pour ces mêmes raisons les cuivres, pianos à queue, orgues, peaux etc... peuvent être bannis de la palette instrumentale subaquatique.

La voix humaine (chantée ou parlée) bénéficie quant à elle d'un excellent indice de reconnaissance sous l'eau tout autant pour des raisons spectrales que pour des raisons culturelles : Des sirènes antiques jusqu'au téléphone portable, en passant par les

communications avec les spatonautes, l'homme cherche et reconnaît (ou croit reconnaître) sa voix dans les espaces les plus inhabitables.

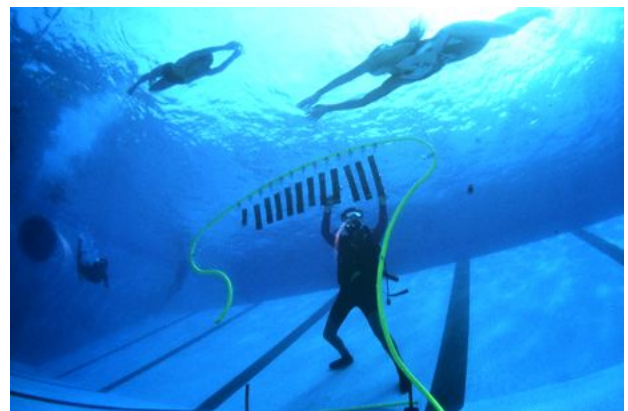
Cependant, peu de musique du répertoire orchestral peuvent être intégralement infusées sous l'eau sans altérations. Ironiquement, seules les orchestrations "légères" et aériennes, conçues pour bercer le consommateur (surtout nord-américain) depuis les haut-parleurs plafonniers des lieux publics répondent très précisément aux critères d'efficacité subaquatique : La dynamique d'une "muzak" (terme générique désignant les musiques fonctionnelles telles qu'industrialisées par la firme U.S. Musak Corp.) est sciemment inexistante, sa bande passante réduite est dénuée de basses, et des réverbérations artificielles démesurées sont ajoutées pour donner de la profondeur à la monophonie. Mais voilà : ce qui est relaxant durant 20 secondes dans une cage d'ascenseur bondée, aura beaucoup de mal à captiver une heure durant un auditoire immergé en piscine et à fortiori en pleine mer.

*B/ S'il est donc question de genre musical subaquatique, on s'attachera à diffuser - par transducteur sur des lutheries immergées - des musiques originales composées exclusivement pour ce nouvel espace :*

C'est le sujet de ma série de musiques subaquatiques « Sonic Waters », essentiellement de genre électro-acoustique, c'est-à-dire composé en studio à partir de sons de synthèse ou échantillonnés et sans références à des lutheries orchestrales. Ainsi évitera-t-on les écoutes comparatives.

D'autres palliatifs sont mis en œuvre dont l'usage de réverbérations artificielles permettant de « décoller » la perception hors du centre de la tête. En jouant de réverbérations à durées variables, j'agrandis ou rétrécis virtuellement l'espace acoustique autour du baigneur.

Plus récemment, avec la collaboration du sculpteur Sosno, du compositeur et ingénieur américain Dan Harris - et grâce à l'obstination du percussionniste Alex Grillo, j'ai pu intégrer dans mes concerts subaquatiques plusieurs instruments à percussions à détection numérique (normes Midi). Le plus performant d'entre eux a été mis à l'eau pour « Sonic Waters 3 » lors du concert de Brisbane, en Australie (1991). Il consiste en un portique de 12 lames faites d'un bronze comportant du titane (très résonant) et dont les vibrations sont relayées à la sonorisation électroacoustique par des micros contacts. Ce dispositif permet également au percussionniste de déclencher à distance des synthétiseurs et échantillonneurs, la vibration de chaque lame étant affectée au déclenchement dynamique des instruments numériques (3 timbres synthétiques par lames, soit une disponibilité de 36 sons).



### **Tout est question de style ...**

Le style de mes musiques subaquatiques émane de certains facteurs psychologiques qui me sont apparus spécifiques à la situation. Je citerai pour exemple deux hypothèses, en esquissant leurs applications musicales:

1/On pourrait supposer que la quête ancestrale d'une pulsion musicale rythmée est liée - entre autres - à l'intégration culturelle des effets verticaux de la pesanteur (les sauts de danse pouvant être considérés comme un fantasme de délivrance) ainsi qu'à la découpe temporelle de l'espace horizontal (la distance mesurée en pas). Il serait logique alors de considérer que les êtres flottants, à mobilité ralentie par la gravité zéro et vaquant dans des espaces non-cardinaux, se désintéressent totalement de toute rythmique métrée, du fameux "beat".

Hypothèse sans doute très personnelle, mais qui m'a incité à composer des musiques très étirées dans leur découpage temporel, organisées en forme de longs cycles d'ondoyances, dont les modèles sont nombreux en mer (cycle des marées, balancement des algues et anémones, migrations des bancs de poissons, etc.).

De temps à autre, cependant, des événements courts (telles les percussions subaquatiques) créeront les surprises nécessaires pour garder un certain éveil de l'écoute. Le modèle serait cette fois-ci celui des calmes lagons tropicaux (vue aérienne) qui de fait sont sillonnés dans leur profondeur par les poissons coralliens aux trajectoires aussi nerveuses qu'imprévisibles.

2/Le fait que le son diffusé sous l'eau soit inaudible dans l'air (1/5000<sup>e</sup> de l'énergie, seulement passe), crée une situation où l'auditeur flottant oscille entre des plages de musiques subaquatiques et des plages de silence aérien, au gré de ses rétablissements corporels. Il faut donc composer de telle sorte que le discours musical puisse soutenir ces interruptions sans trop de dommage. Dans ce dessein, je compose généralement des séquences autonomes, assez contrastées entre elles, de 3 à 10 minutes au plus et que je considère comme des macro-objets sonores. À l'intérieur de ces unités, les timbres s'organisent selon des cycles lents et répétitifs (voir ci-dessus).



Puis j'insère ces modules les uns au milieu des autres sur le modèle des poupées gigognes. L'interruption d'attention momentanée sur une de ces séquence-poupée ne grèvera pas l'appréhension de la forme globale.

### **...et d'attitude**

Parlons pour finir des intéressés, c'est-à-dire de ces auditeurs-ludions qui depuis une décade laissent leurs habitudes et préjugés au vestiaire.

Contrairement à des courants vaguement thérapeutiques et souvent manipulateurs (dont une certaine « musicothérapie »), je n'ai jamais eu d'autres désirs que d'installer momentanément mes auditeurs dans le cadre d'une utopie libertaire, musicale et sociale.

Ni relaxant, ni révélat, ni provoquant, ni psychanalysant, ni esthétisant, ni conceptualisant, ni modernisant, le concert subaquatique peut-être cependant tout, ou partie de cela si l'auditeur en ressent le besoin personnel. La situation lui offre ce choix et mon rôle de compositeur se limite à lui préparer une construction sensorielle complexe dans laquelle il évoluera - physiquement et émotionnellement - à son gré.

Ainsi, ai-je un certain plaisir à m'occuper de la température exacte de l'eau de piscines qui va le porter en équilibre thermique (33°), ou à obtenir l'autorisation de plonger des haut-parleurs dans une crique autour d'un massif de posidonies (Décision n°64/89 de la Direction Affaires Maritimes de Nice pour le concert « Nucleus »).

Enfin, Je ne me lasserai jamais de cette scène qui se répète à chacun de mes concerts subaquatiques en piscine et qui est révélatrice de nouvelles attitudes :

La musique vient juste de commencer à infiltrer le bassin, mais rien ne s'entend à l'extérieur. Le public se glisse par petits groupes dans l'eau chaude, s'ébroue au contact surprenant avec le son, puis se calme et se cale dans des positions de flottaison très personnalisées ; alors le silence aérien retombe et tire un rideau acoustique sur les corps qui dérivent et résonnent secrètement sous l'influx sonore des fonds.

Dans cette salle où il n'y a plus de scène, plus de musiciens visibles, l'auditoire est devenu l'acteur principal de la soirée ; Le compositeur est transparent et se confond dans son projet. Le public en sortant de l'eau, n'aura de mots que pour lui-même, pour son expérience d'écoute, pour son vécu en général. C'est devenu *son* concert.

Cette réaction de reprise offre une perspective intéressante dans les débats sur la place des acteurs de la musique contemporaine : En ce cas singulier, le compositeur et son auditoire peuvent partager intimement l'aventure du concert (en amont pour l'un, en aval pour l'autre) et fusionner *in fine* dans le vertige de l'écoute. Serait-ce là le retour d'un refoulé que l'on appelait jadis, le plaisir musical ?



M.R  
Nice, Novembre 1991 – révision Avril 2002.