



Des sons dans l'air...

Les dispositifs multi-microphoniques

utilisés pour la création acousmatique à l'Acousmonef

Le microphone est souvent considéré comme le point de départ "naturel" d'une création de musique concrète / acousmatique. Si j'écris *le* microphone, c'est bien-sûr ici dans le sens générique de "moyens de captation de vibrations acoustiques", sachant que la diversité des microphones et de leurs configurations n'a (presque) d'égale que celle des sons qu'ils nous permettent de capturer et d'obtenir...

Mais ce n'est pas non plus anodin, car la plupart du temps cette source inépuisable de sons est encore traitée au singulier. À part pour les "sons d'ambiance" et le "field recording" en général, où des techniques de captation multiphonique plus ou moins coïncidentes commencent tout de même à se répandre, l'habitude a été prise depuis longtemps de se contenter d'une matière d'où l'espace – l'espace physique qui constitue ce son – n'est présent qu'à travers une de ses possibles images. C'est aussi parce que l'on considère généralement "ce" microphone comme un entonnoir qui doit concentrer ce qui l'entoure pour aboutir à la paire d'oreilles d'un auditeur idéal, et que la *nature* du son est finalement moins importante que sa *perception*. Et de toute façon, si l'on a envie de créer un espace qui rivalise quelque peu avec celui dans lequel on vit, on se dit que l'on pourra toujours faire comme le metteur en scène : disposer et animer ses personnages sonores *dans* l'espace, les *spatialiser*.

Mais il est aussi possible, dès le départ, de considérer l'acte de tournage sonore comme l'occasion privilégiée d'obtenir des sons qui possèdent déjà des formes, des "matières spatiales" plus ou moins complexes et détaillées, des *sons-espaces* qui peuvent constituer directement ou indirectement l'espace de la composition. C'est ce que l'on fait déjà à l'intérieur de la petite fenêtre stéréophonique habituelle, mais qui prend une toute autre dimension créative lorsqu'on l'étend à l'ensemble des espaces haut-parlants possibles. (voir la série de vidéos "Le temps du faire" : <http://sonsdanslair.fr/letempsdufaire.htm>)

Ce document présente les principaux systèmes de captation microphonique disponibles à l'Acousmonef. Ils sont utilisés pour ma création personnelle, mais sont également accessibles aux compositeurs-trices qui y viennent pour des formations ou des mini résidences. Il peut également constituer une base sur laquelle pourrait s'appuyer une pédagogie de la création acousmatique / électroacoustique qui considère la sono-fixation dans sa totalité, de sa production, sa transmission à sa diffusion.

1. espaces nodaux primaires

L'organisation spatiale de ces ensembles de microphones correspond à des schémas d'*espaces élémentaires*, respectivement à une dimension – une ligne –, à deux dimensions – une surface –, et à trois dimensions – un volume –.

Le nombre de points de captation, de *nœuds d'espace*, qui a été défini pour chacun d'eux a été dicté à la fois par des considérations sonores – le minimum pour que l'effet soit pertinent –, et techniques – le maximum raisonnable par rapport à l'investissement matériel –.

Ces configurations permettent de produire des objets-sonores originaux dont la géométrie peut coïncider avec celle d'un format spatial particulier. Mais leur utilisation la plus intéressante consiste à les considérer comme des *matières spatiales* dont la forme issue de l'organisation des points microphoniques peut être ensuite adaptée et transformée à volonté selon les besoins de l'écriture et de la composition : une ligne droite pourra devenir un cercle ou un ruban, une surface se pliera en un volume et un volume s'éparpillera en nuage ou se condensera en point...

L'écriture de la matière sonore telle qu'on la pratique depuis les débuts de la Musique concrète s'associe à celle de l'espace haut-parlant, directement, expérimentalement et sensiblement, sans nécessiter d'autre technologie que celle de l'enregistrement.

1 dimension : la ligne 8



8 microphones cardioïdes t.bone SC-140

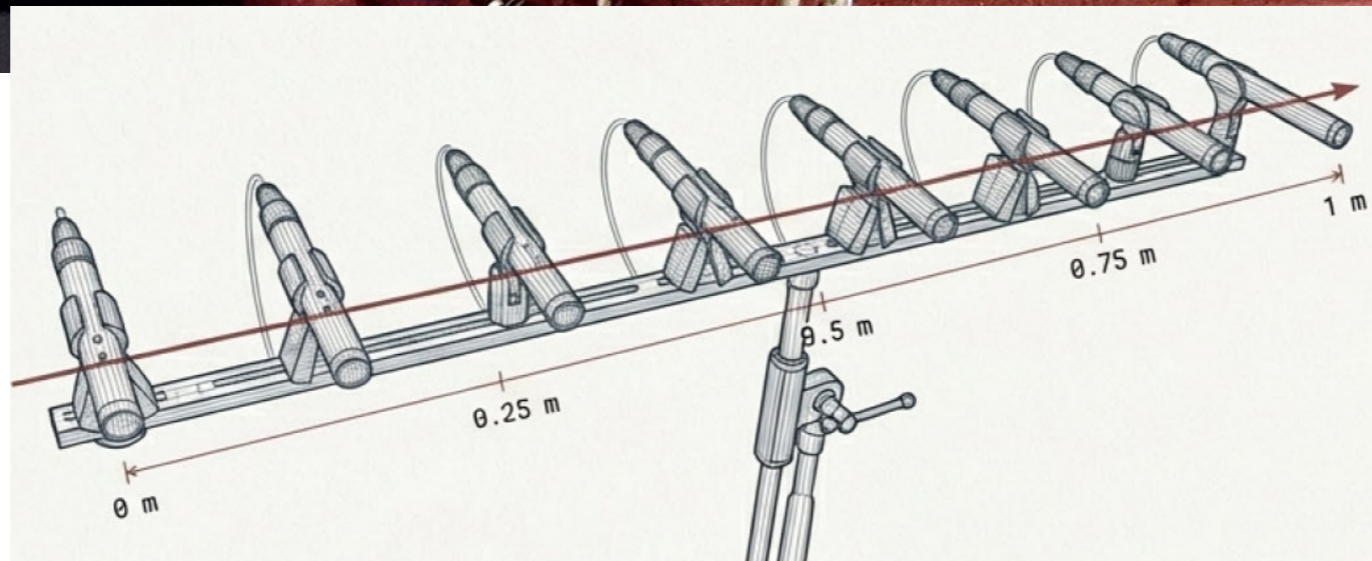
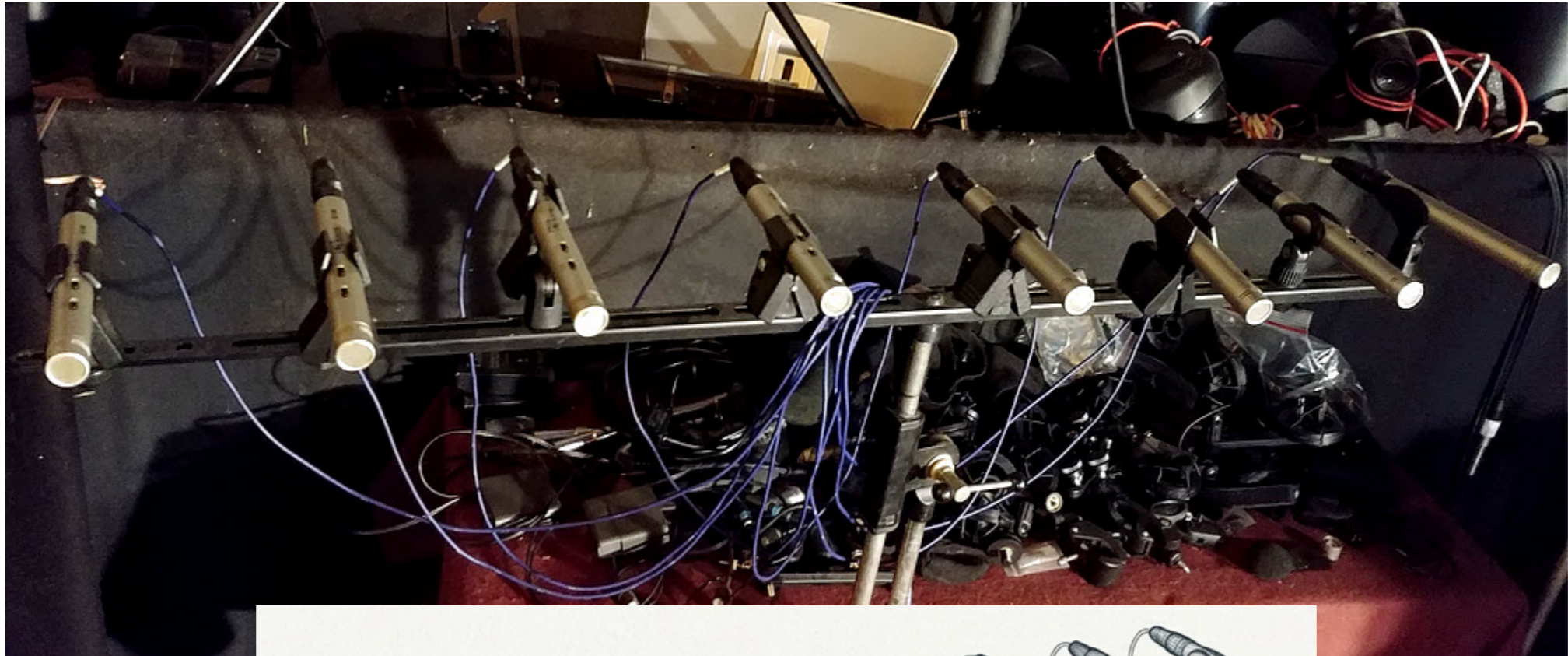
longueur 1m

enregistrement Zoom F8

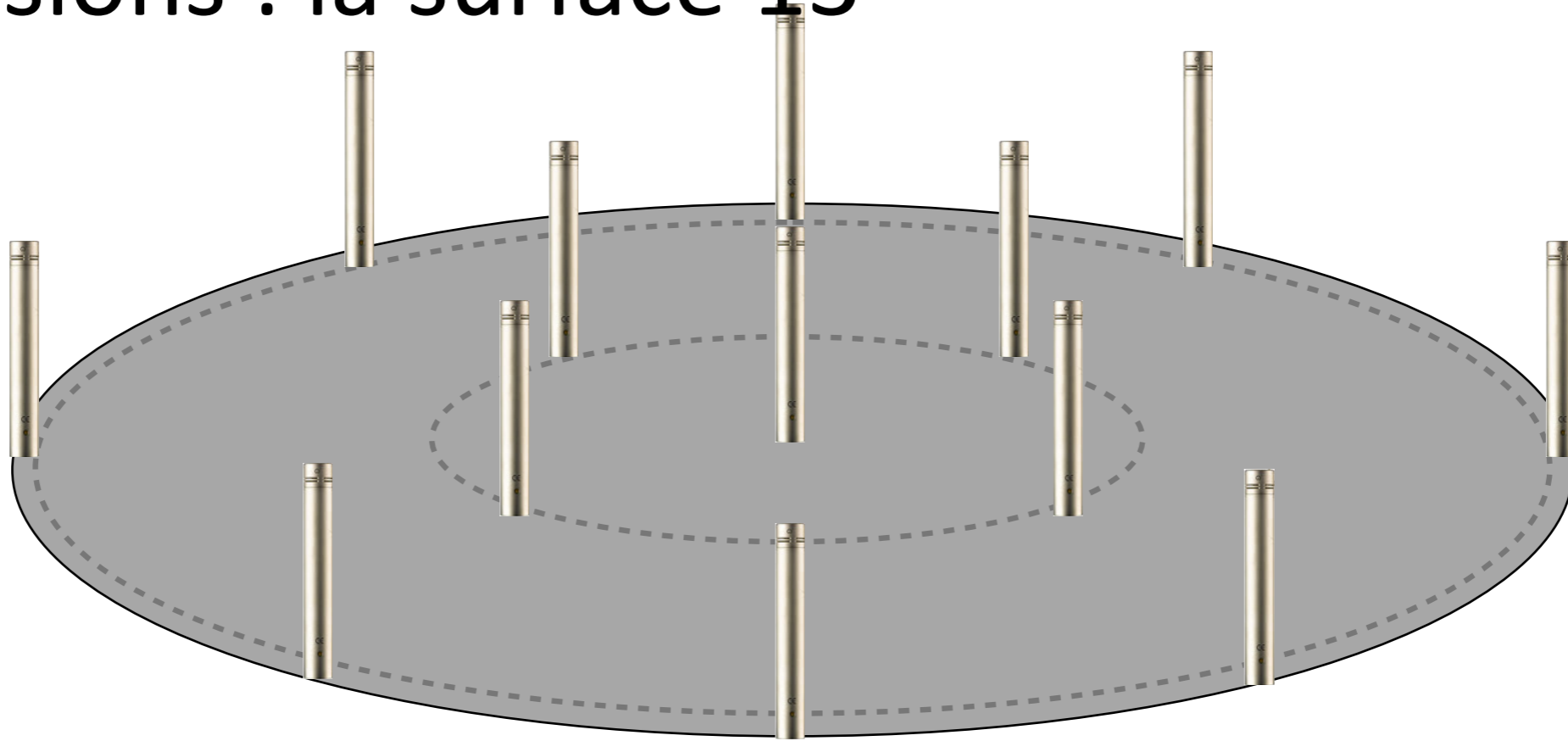
(suréchantillonnage possible en ligne 15)



La ligne représente pour moi l'un des espaces de captation le plus souple. Les objets sonores qu'elle permet de réaliser peuvent bien-sûr se présenter ensuite sous la forme d'une ligne droite – et avec 8 nœuds sa résolution est déjà plus que suffisante dans la plupart des cas –, mais elle peut être aussi bouclée ou suivre n'importe quelle autre forme où les mouvements effectués conservent l'empreinte de leur linéarité tout en se pliant aux fantaisies ou aux exigences de la composition.



2 dimensions : la surface 13



13 microphones cardioïdes t.bone SC-140

diamètre 83 cms

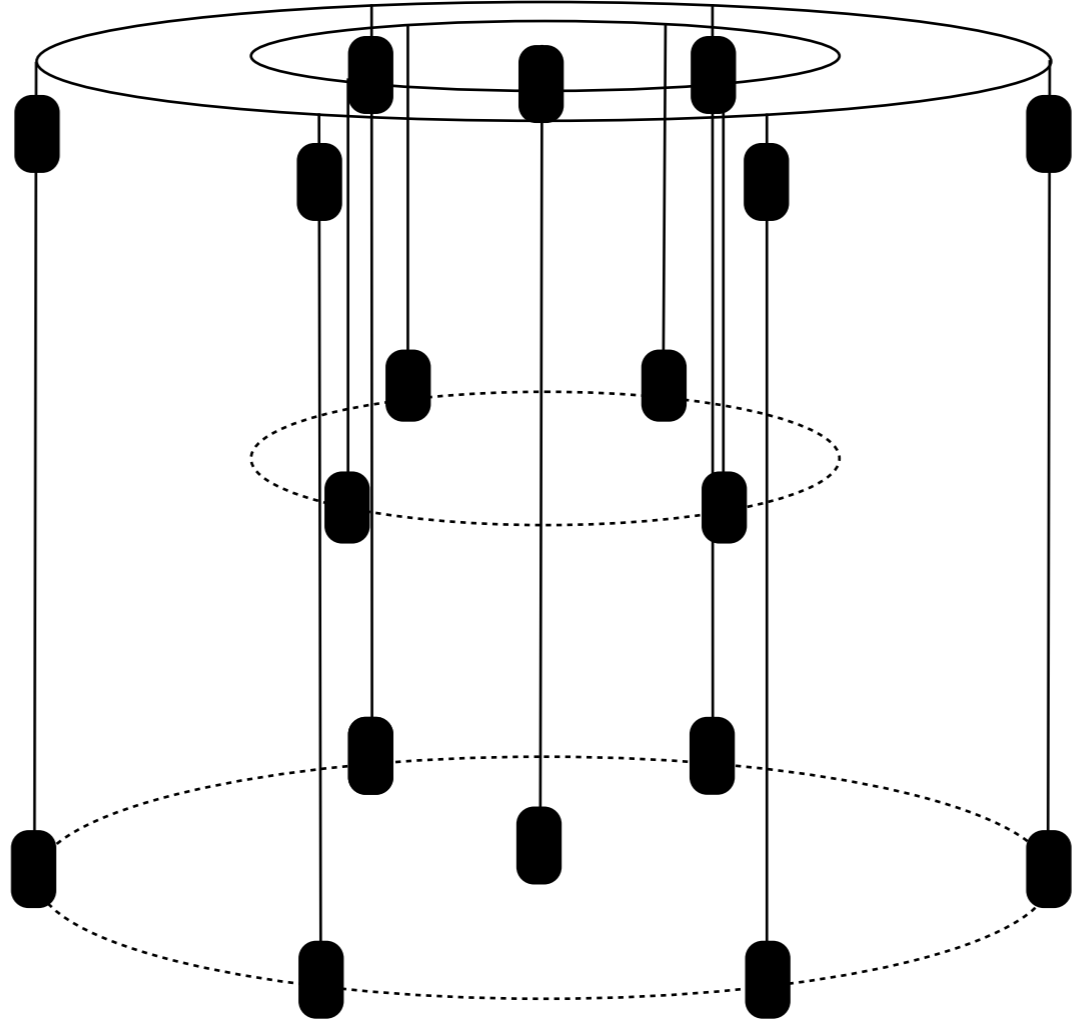
enregistrement Presonus Audiobox 18 + Digimax D8

(suréchantillonnage possible en disque 25 points)

Les dimensions de la table et l'écartement des micros sont bien adaptés à la manipulation de petits corps sonores et de surfaces résonantes. Le geste initial peut s'effectuer entre les nœuds de captation mais aussi jouer sur la distance, en trajets d'éloignements et de proximité qui, selon les dimensions des sources sonores peuvent aussi bien s'entendre comme des "trajectoires" que des animations immersives.



3 dimensions : le cylindre/volume 18



*microphones omnidirectionnels : 12 Earsight Immersive Soundscape + 4 Uši-Pro Lom + 2 Sennheiser K6
diamètre 2,40m / hauteur 1,50m
enregistrement Zoom Livetrak L-20R
(suréchantillonnage possible sur 34 points)*





Les micros sont difficilement visibles sur ces photos (le parasol abritant également la structure haut-parlante d'une installation), mais elle donnent malgré tout une idée de la taille du volume occupé. Comme les deux précédents dispositifs, celui-ci est conçu pour le jeu avec des corps sonores, délimité par l'espace et les mouvements du corps, notamment l'extension des bras, à l'intérieur d'un périmètre contenu.

Pour des mouvements plus larges et des déplacements, voir le système volumétrique 64 canaux...

2. champs et objets holophoniques

Que ce soit au cinéma, dans les dômes multimédias, dans de plus en plus de salles de spectacle et bien-sûr chez soi , les espaces périphoniques "immersifs" sont de loin les plus courants aujourd'hui.

En plaçant le point de captation au centre du champ spatial, ils poursuivent et renforcent l'approche égocentrée de la stéréophonie dans le but de **reproduire une image auditive conforme pour un auditeur idéal** grâce à la projection convergente de l'espace haut-parlant.

Les qualités de cette *image d'espace*, notamment son niveau de détail et sa stabilité, sont en partie dépendantes du nombre et de l'écart entre les points de captation, qui sont groupés selon des géométries simples plus ou moins écartées (croix, cubes, arbres...) ou quasi coïncidentes.

Les microphones à capsules multiples associés au *codage ambisonique* offrent à ce titre une praticité et une portabilité particulièrement appréciable en extérieur. De plus, les techniques de décodage actuelles permettent d'obtenir une excellente couverture spatiale quel que soit le nombre de points haut-parlants périphoniques, ou même, avec le *décodage multicouche* qui peut être pratiqué dans l'Acousmonef, parviennent à produire un relief qui nécessiterait autrement la répartition dans l'espace et l'enregistrement de dizaines de microphones distants.

Les arrangements plus ou moins compacts de multiples capteurs apportent quant à eux une dimension plus concrète aux champs de proximité.

avec codage ambisonique d'ordre 1



microphone Twirling 720 Lite + enregistrement smartphone

microphone et enregistreur Zoom H3-VR

2 microphones Saramonic SR-VRMic + enregistreur Zoom F8

La captation de champ sphérique en basse définition offre le mérite de pouvoir être très portable et donc facilement disponible en toute occasion (sans oublier le fait d'être économique). De plus, grâce aux techniques de décodage paramétrique offertes par des plug-ins comme ceux de *Sparta / Compass*, la précision et le relief spatial rivalisent ou même dépassent ce que peuvent produire nativement des microphones basés sur un nombre de capsules plus élevé avec un encodage d'ordre supérieur.

L'association de plusieurs points de captation ambisoniques permet d'obtenir des zones d'ouïe différentes pour un même tournage, celles-ci pouvant être organisés successivement dans le temps ou même simultanément à l'intérieur de certains espaces volumétriques comme l'Acousmonef.

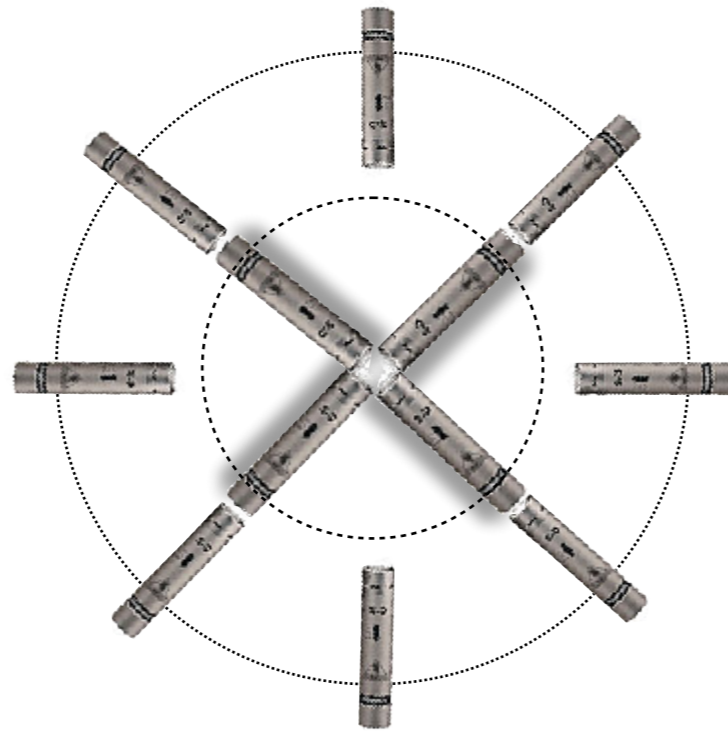
avec codage ambisonique d'ordre 2 et 3



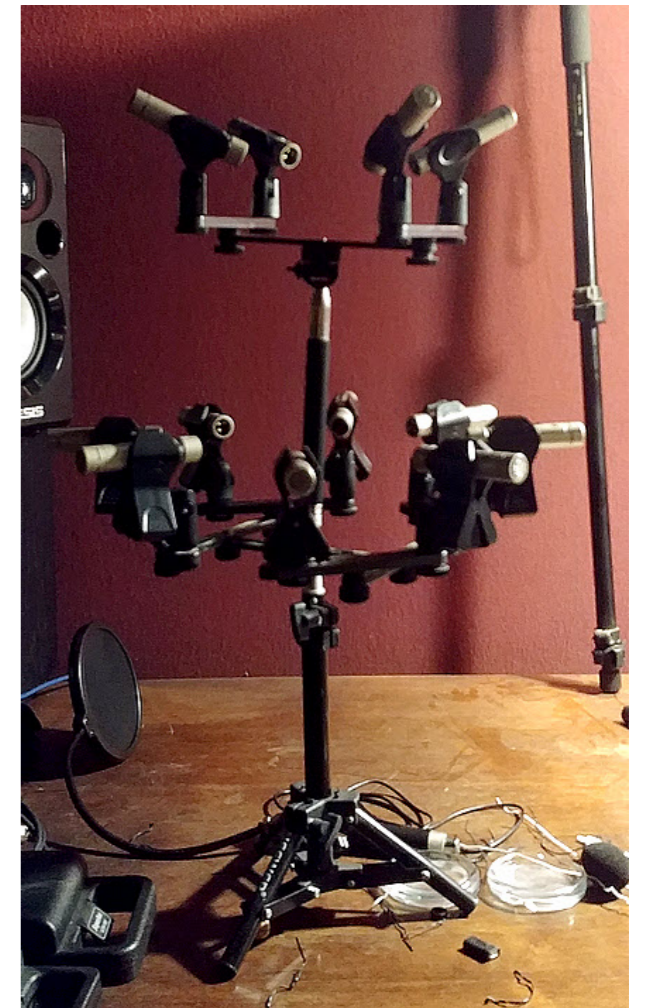
*microphones Voyage Audio SpatialMic / Zylia ZM-1e
enregistrement GPD Micro*

L'augmentation du nombre de capsules (8 et 19) permet d'améliorer légèrement la précision angulaire native des captations. Ces deux microphones représentent surtout un bon équilibre entre la qualité intrinsèque des capsules et la simplicité d'utilisation. Grâce à leur connexion USB et leurs compatibilité Mac/PC ils peuvent par exemple produire des enregistrements directement dans *Reaper*.

le "bonsai" 8/4



*12 microphones cardioïdes Beyer C-2
diamètre 30 cms, hauteur 30 à 50 cms
enregistrement Presonus Audiobox 18 + Digimax D8
upscaling possible en dôme 16/8
(directement compatible "Dolby Atmos" 7.1.4)*

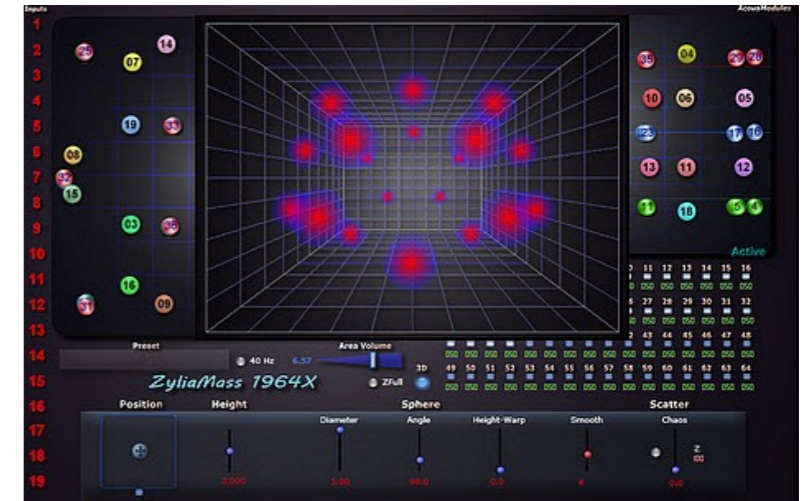


Ses dimensions sont intermédiaires entre celles des "cubes" et des "arbres" qui sont souvent utilisés pour les captations cinéma. Comme avec les microphones "ambisoniques" l'espace reste égocentré (toutes les capsules sont orientées vers l'extérieur), mais la distance entre les micros apporte en général une meilleure impression de relief. Ce tout petit arbre est très efficace pour la captation de phénomènes produits en proche distance, notamment pour rendre le cinétisme de gestes effectués autour de lui.

le gros point 19



*microphone Zylia ZM-1C (19 capsules omnidirectionnelles)
enregistrement ordinateur ou tablette*



Lorsque la production des sons est faite en très grande proximité du Zylia – au maximum une quinzaine de centimètres – les sons obtenus sans encodage/décodage ambisonique peuvent conserver une assez bonne définition spatiale, tout en bénéficiant d'un fort niveau de définition et de détail de leur *matière spatiale*.

Plutôt qu'un champ immersif, l'espace obtenu peut être considéré comme "un gros point", susceptible d'être disposé, de se contracter ou de s'étendre à volonté à l'aide du plugin *ZyliaMass*.

4. espace volumétrique

Si la captation d'*images d'espaces égocentrés* constitue la norme pour les espaces enveloppants, les réseaux maillés de microphones permettent **la captation directe d'espaces** selon une approche pluricentrée, à travers une correspondance plus ou moins simple entre les nœuds de captation et ceux de diffusion.

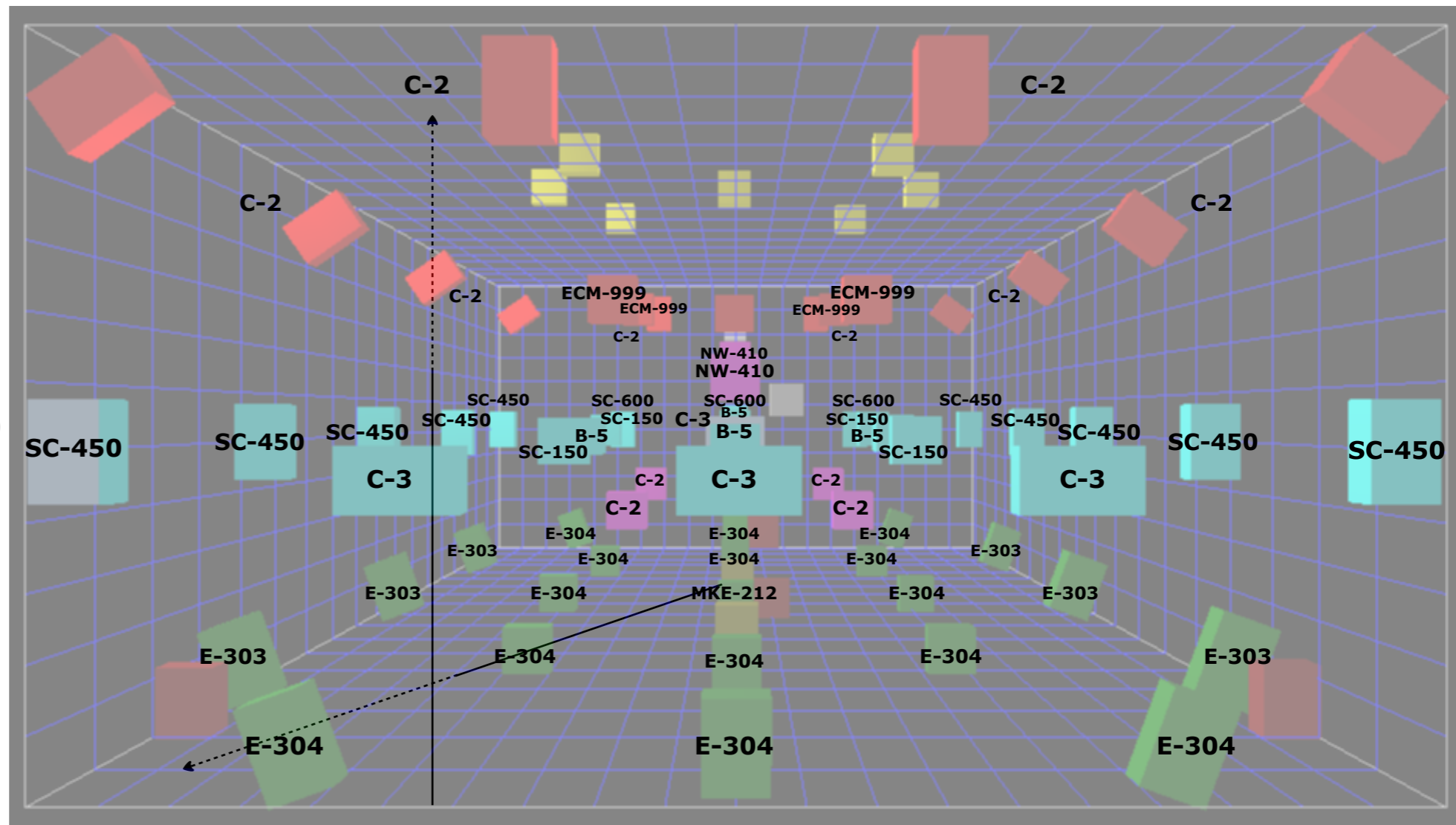
Cette approche a déjà été illustrée précédemment avec les systèmes de captation "primaires", mais celui-ci étend ses 64 microphones dans tout l'espace de l'Acousmonef, les points de captation et ceux de diffusion coïncidants en grande partie. Les deux associent des points directionnels sur la périphérie (orientés vers l'intérieur) et des points omnidirectionnels pour la partie endophonique.

On pourrait appeler cette technique de captation "**Wave Field Sampling**" – *échantillonnage de champ d'ondes* – en référence au procédé de la Wave Field Synthesis. Mais alors que celle-ci procède par virtualisation des positions d'objets sonores en fonction d'un dispositif haut-parlant spécifique, l'échantillonnage spatial capture l'*espace-objet* dans sa totalité. Les décalages temporels entre les nœuds ne sont pas ici calculés lors de la diffusion mais *imprimés* dans la matière spatiale multicanale. La tolérance de ce type de spatialité aux changements d'échelle et de proportions est assez remarquable, en tout cas tant que l'on respecte une valeur de résolution minimale, ici à peu près un facteur 2:3, soit un maillage constitué d'une quarantaine de canaux. En dessous de cette valeur, la stabilité décroît forcément et apparaissent de plus en plus des phénomènes paradoxaux dans les rapports de distances et de proximités (sorte d'aliasing spatial), qui ne sont d'ailleurs gênants que si l'on a besoin de respecter l'image de ce qui a été produit.

Il va sans dire que de tous les dispositifs de captation qui sont présentés ici, celui-ci représente un investissement de lieu (la salle de l'Acousmonef disponible en permanence), de temps (son élaboration sur une dizaine d'années) et d'argent (même chinois les microphones ça fini par coûter...) qui en fait un système de recherche et de création forcément rare...

microphones :

- 10 t.Bone SC-450 (cardio)
- 3 t.Bone SC-600 (cardio et omni)
- 4 Behringer C-3 (omni et cardio)
- 4 Behringer B-5 (omni)
- 12 Behringer C2 (cardio)
- 1 Sennheiser K6 + MKE-212 (surface, omni)
- 4 Superlux ECM-999 (omni)
- 14 Superlux E-304 (surface, omni)
- 6 Superlux E-303 (surface, cardio)
- 4 t.Bone SC-150 (omni)
- 2 Newer NW-410 (omni)



La pondération du maillage est à la fois radiale et verticale : la densité est plus élevée vers le centre et vers le bas, ce qui s'accorde aussi bien à la production des sons (plutôt à hauteur de mains) qu'à la place des auditeurs (plutôt à l'intérieur que contre les murs...).

L'accumulation du bruit de fond généré par le nombre et la qualité des micros nécessite un traitement de "denoising" important effectué avec le plugin Acousmodules *Subtractor 64*. Celui-ci est très efficace mais il peut générer des artefacts sur certains types de sons s'ils sont ensuite amplifiés.

Le dispositif peut être aussi utilisé partiellement, comme par exemple la "surface-sol", une "surface-mur" ou le groupe intérieur, en faisant le complément à géométrie variable des dispositifs primaires.



5. espaces composites et singuliers

Il faut toujours réserver une place pour ce qui est "autre" et inclassable"...

Si on s'intéresse vraiment *aux sons* et aux possibilités qu'on a de les traiter et de les composer spatialement sans être inféodé à une technologie particulière, alors il n'existe pas de hiérarchie entre les techniques et les moyens de captation, tout au plus certaines manières de faire qui sont plus facilement applicables ou généralisables que d'autres.

Les capteurs dédiés à des modes de vibration ou de propagation originaux comme les micros de contact ou les capteurs électromagnétiques, ainsi que les techniques hybrides qui juxtaposent ou combinent des systèmes de nature différente, permettent d'étendre et de diversifier les rapports entre la matière des sons et celle de l'espace.

Quant aux dispositions spatiales elles-mêmes, elles sont forcément "hors normes" et fortement liées aux spécificités de chaque création.

surfaces et volumes résonants

*microphones de contact 10 K+K Hot-Spot
enregistrement Zoom H8*

La légèreté et la sensibilité des capsules *Hot-Spot* associés à la possibilité d'en placer jusqu'à 10 sur à peu près n'importe quoi permet d'obtenir des matières spatiales riches et denses.

La manière dont les gestes et les résonances se combinent est généralement imprévisible...



champs électro-magnétiques



*4 Lom Elektroschluch
enregistrement Zoom H8*



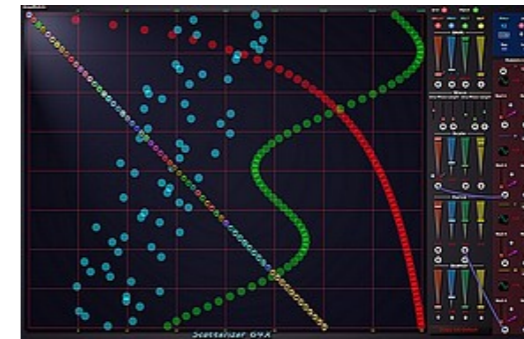
Les ondes électromagnétiques représentent tout un monde à part, quasiment inaudible la plupart du temps avec nos oreilles nues.

En accolant l'un sur l'autre 4 capteurs stéréophoniques on obtient une spatialité octophonique assez impressionnante, car l'effet de la disposition des capsules par rapport aux sources de radiation est très sensible, et donc les moindres gestes se traduisent en mouvements sonores d'une grande précision et dynamique.



Les objets sonores de dimension "0" sont évidemment aussi très utiles. S'ils se présentent spatialement comme des points, ils sont sujets à tous les traitements multicanaux qui façonnent de nouvelles masses spatiales – comme les acousmodules *SpatDelay* ou *Scatterizer* – et ils constituent aussi la matière première d'échantillonneurs comme le *MPESampler*...

parabole Telinga universal 1
micro hypercardioïde t.bone EM 9900
hydrophone Aquarian Audio H2d
capteur électromagnétique SomaLab Ether2
enregistreur Zoom F1



espace hybride champ 3D + maillage 2D

6 microphones de surface

Superlux E-304

microphone ambisonique

d'ordre 1 Zoom VRH-8

enregistrement Zoom H8

La combinaison des deux types de captation – discrète et holophonique – en mobilité n'est pas facile à mettre en place, et les circonstances dans lesquelles elle apporte réellement quelque-chose ne sont pas non plus très nombreuses...

La disposition idéale consiste à placer les six micros de surface éloignés autour du H8 (jusqu'à 14 mètres de diamètre), où le micro multicapsules pourra tenir lieu à la fois de micro omnidirectionnel placé au centre de la surface pour les sons de proximité, et de capteur de champ holophonique pour les sons lointains en élévation.

Il est bien-sûr également possible d'utiliser en tout 10 E-304 pour une surface maillée plus linéaire (6 + 4).





*tête artificielle micros Lom Uši
micros binaural Soundman OKM2
enregistreur Zoom F1*

La captation et l'écoute binaurale est un domaine qui est en soi passionnant, mais qui constitue une toute autre voie, un tout autre espace, que les sons haut-parlants.

Ces sons dans la tête, même avec une belle externalisation comme celle que procure nativement une captation, n'ont en réalité rien en commun avec les *sons dans l'air*, à part l'idée qu'on s'en fait...

Dans l'Acousmonef, la fonction principale de la tête artificielle est la captation de la diffusion des œuvres à destination de l'écoute privée sur Internet.

Jean-Marc Duchenne - novembre 2025

<http://sonsdanslair.fr>