

1 . Stéréo sur les enceintes L et R :

- Test de localisation stéréo en ΔI et en Δt :

Pour réaliser ce test, la **voix** d'un comédien (en gros plan) a été utilisée comme source sonore : captation mono sur deux pistes à l'aide d'un micro Neumann U87 cardio.

Ce test a montré qu'il suffisait d'une **différence en intensité ΔI de 13 dB** (au pan-pot) ou d'une **différence de temps Δt de 1,1 ms** (décalage de l'une des deux voies de ≈ 53 échantillons en 48 KHz), pour localiser ce son dans une enceinte.

Des variations de 1 dB en ΔI (selon la loi du pan-pot) ou de 0,1 ms en Δt (équivalent à ≈ 5 échantillons à 48 KHz) déplacent l'image sonore pratiquement de la même façon : ***courbe de compensation*** (0,1 ms \Leftrightarrow 1 dB sur la voix).

- Test d'homogénéité du champ sonore stéréo :

Le corrélateur de phase aide à évaluer aussi bien la cohérence temporelle des signaux des deux canaux L / R, que la compatibilité du signal mono résultant. Dans le domaine professionnel, un temps d'intégration minimum de 400 ms est nécessaire pour une lecture similaire (sur une échelle linéaire) de ces différents corrélateurs : RTW, DK audio...

Quand les signaux L et R sont identiques = **mono**, le corrélateur de phase doit afficher **+ 1** (même avec une différence de niveau de 30 dB entre les voies L et R).

Le corrélateur affiche **- 1** pour une opposition de phase : l'image stéréophonique est alors complètement dématérialisée et peut provoquer un certain malaise (annulation totale des signaux électriques lors de la sommation L + R).

En appliquant une réduction mono de deux micros espacés, on crée un filtre en peigne (conséquence de la différence de marche entre les deux micros). Lorsque les canaux L et R sont totalement dé-corrélés **0** au phasemètre, il n'y a pas de dégradation des signaux après la sommation L + R.

Le résultat des tests montre que **la sensation d'équilibre stéréo entre L et R pouvait être obtenu à l'aide de bruit rose corrélé à + 0,3**. Une corrélation de **0** à **- 0,3** produit un élargissement de l'espace, voir une "extra largeur" (avec un trou au centre de l'écoute stéréo). En dessous de **- 0,3** on a des problèmes sérieux de phase.

IMPORTANT : Ces **deux tests psycho acoustiques** ont été menés avec la complicité des techniciens de Radio France dans les conditions d'une prise de son, le preneur de son se situe à la distance critique **Dc** (correspondant au bord de la console de prise de son).

2 . Captations frontales L C R (Haut-parleurs en configuration ITU) :

Le canal C stabilise l'image frontale en augmentant son homogénéité et son étendue.

Lorsqu'une source sonore se déplace de gauche à droite, son image sonore sur Hp doit suivre le même mouvement continu et fluide entre les enceintes. Pour cela, il est nécessaire de juxtaposer les angles de prise de son stéréo des deux secteurs L / C et C / R ; sinon apparaît soit une concentration sur l'enceinte centrale, soit un flou au centre de l'image sonore.

L'avancement du micro C (par rapport aux micros L et R) permet d'éviter le recouvrement des deux secteurs. L'utilitaire « *Trois microphones frontaux en multicanal.xls* » donnera : **l'avancement idéal du micro C et la couverture totale** (angle de prise de son de L à R).

On choisit les valeurs pour la sensibilité et la directivité des micros L C R : (Omni, Hypo, Cardio, Bi), ainsi que l'angle et la distance entre les micros L et R et enfin la distance moyenne des différentes sources sonores au système de captation.

IMPORTANT : **Seules les cellules jaunes Excel sont des variables modifiables.**

* 1^{er} système de prise de son frontal **L C R** :



3 micros Hypo-cardioides ou Omni : les 2 micros **L** et **R** sur une grande barre de 1,80 m et le micro central **C** sur une perchette. On peut aussi placer des adaptateurs coulissants dans un rail d'une tringle à rideau de même longueur !!

- L'angle entre les micros **L** et **R** est de $120^\circ \pm 20^\circ$.
- La distance entre les micros **L** et **R** est à $1,60 \text{ m} \pm 40 \text{ cm}$.
- La couverture totale donne une valeur de $90^\circ \pm 20^\circ$ et

l'avancement du micro central **C** de $27 \text{ cm} \pm 5 \text{ cm}$ (à $3,5 \text{ m} \pm 1 \text{ m}$ de la source).

Ce système est idéal pour des captations musicales d'ensembles, une distance de prise de son supérieure à 3 m et un placement en ligne sont alors recommandés. On peut modifier l'avancement du micro **C**, à condition d'appliquer au canal central à la fois un délai et une légère correction de niveau. Ce système est dé-corrélé (phase ≈ 0 entre les canaux **L / C** et entre les canaux **C / R**), il donne donc une image sonore très large, peu profonde mais sans trous apparents. L'arbre Decca : D3 Decca Tree de **DPA** fonctionne selon le même principe.

* 2^{ème} système de prise de son frontal **L C R** :



3 micros Cardioides : les 2 micros **L** et **R** sur une grande barrette de 80 cm de long et le micro central **C** sur une perchette.

- L'angle entre les micros **L** et **R** est de $120^\circ \pm 20^\circ$.
- La distance entre les micros **L** et **R** est à $80 \text{ cm} \pm 20 \text{ cm}$.
- La couverture totale donne une valeur de 120° et l'avancement du micro central **C** de $20 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm}$ (à $2 \text{ m} \pm 50 \text{ cm}$ de la source).

Ce système convient pour les distances de prises de son comprises entre 1,5m et 3m, (fictions et petites formations musicales en arc de cercle). L'espace sonore frontal reste très cohérent (la phase se situe pourtant entre 0 et $+0,3$ pour les deux secteurs **L / C** et **C / R**), les déplacements autour des micros sont très bien reproduits. L'angle physique des micros **L** et **R** correspond à la couverture totale du système de 120° .

* 3^{ème} système de prise de son frontal **L C R** :



3 micros Cardioides : les 2 micros **L** et **R** sur une barrette de 20 cm de long et le micro central **C** sur une perchette.

- L'angle entre les micros **L** et **R** est de $160^\circ \pm 20^\circ$.
- La distance entre les micros **L** et **R** est à $35 \text{ cm} \pm 10 \text{ cm}$.
- La couverture totale donne une valeur de 160° et l'avancement du micro central **C** de $13 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ (à $1 \text{ m} \pm 30 \text{ cm}$ de la source).

Ce système très homogène et robuste (la phase $\approx +0,3$ pour les secteurs **L / C** et **C / R**) est destiné à des prises de son allant du plan américain au très gros plan en fiction (la distance des comédiens variant ainsi de 1,2 m à 0,3 m). Il bénéficie d'une très grande couverture de prise de son de 160° , offrant ainsi une grande souplesse pour les placements des comédiens (système très proche de l'**INA3** et du **SPL Brauner ASM5** placé à 5 m de la source !!).

NOTES : Ces micros frontaux **L C R** pourront être associé aux micros d'ambiances pour les canaux **Ls** et **Rs** (avec les systèmes dissociés : croix IRT, carré Hamasaki... ou plus simplement avec deux micros espacés de $2 \text{ m} \pm 50 \text{ cm}$). Ces micros d'ambiances permettront d'agrandir la zone d'écoute et de contrôler les sensations d'enveloppements ou d'immersions.

3 . Les systèmes d'ambiance multicanal dissociés :

* Système de prise de son d'ambiance 4.0 : La Croix IRT.

Ce sont les ingénieurs du son de la **radio Allemande IRT** qui l'ont conçue à la fin des années 1990, pour la prise de son d'ambiance de salle ou d'extérieur. Ils ont disposé sur un support, quatre microphones Cardioïdes avec un angle de 90° et 20 cm de distance entre les



micros, d'où son nom de croix IRT. Les quatre micros correspondent aux quatre canaux **L R Ls** et **Rs**, le canal central **C** n'étant pas alimenté. Ce système multicanal **4.0** est le prolongement naturel du couple stéréo que j'utilise pour des captations d'ambiances en extérieur : deux micros coudés **Cardio MK4 Schoeps** avec un écartement 20 cm et un angle 90° sur une perche de reportage, (c'est la norme Allemande DIN).

Selon moi, ce couple DIN donne une répartition homogène de l'image stéréo, contrairement au couple ORTF qui focalise trop le son sur les enceintes avec un trou au centre à l'écoute. Les angles de prises de son utiles de ces deux couples sont du même ordre : de 90° à 100° (en fonction de la distance de la source).

Pour en revenir à la croix IRT, je pense qu'elle représente un bon compromis entre les sensations d'immersions et d'enveloppements (la phase de chaque secteur $\approx +0,3$). Grâce aux non recouvrements des angles de prises de son ($4 \times 90^\circ = 360^\circ$), les déplacements des sources sonores (autour de la croix IRT) sont perçus à l'écoute très fluides et très cohérents.

Malheureusement la croix IRT a le même défaut que le couple stéréo : la faible robustesse de l'image sonore quand on s'éloigne du sweet spot : (point d'écoute idéal ainsi que le centre du cercle ITU). Pour remédier à ce problème, il est possible d'employer un **système dissocié**, c'est-à-dire un système d'ambiance du type croix IRT associé à un système frontal **L C R**.

Ce système dissocié a pour but de stabiliser l'espace frontal et d'élargir la zone d'écoute car l'enceinte centrale est cette fois alimentée. Les canaux avant **L** et **R** de la croix fusionneront harmonieusement avec les canaux **L** et **R** du système frontal, à condition de respecter une distance de plus de 1,5 m et de ne pas dépasser 3 m entre les deux systèmes. Dans le cas où la croix serait placée à 6 m de **L C R**, on appliquera un délai de 9 ms aux canaux **L C R**, (1 m équivaut à 3 ms). Un système dissocié nécessite sept pistes, ce qui n'est possible en extérieur, qu'avec le **Sound Device 888T** à ce jour (02 / 2009).



Schoeps commercialise deux croix IRT, une de 20 cm (distance entre deux micros) et une autre de 14 cm. Celle de 20 cm permet de fixer soit des CCM 4 (Cardioïdes) pour l'extérieur ou soit des CCM 4V (Cardioïdes) pour les ambiances de salle en raison de leurs courbes de réponses plus

“physiologiques”. Celle de 14 cm peut supporter des CCM 41 (Super-cardioïdes) ou des CCM 4 pour des plans sonores très proches. Seul petit bémol, leurs poids et il n'existe pas à ce jour de suspensions efficaces pour les percher (voir cependant **Cinela PARIS 15^{ème}**).

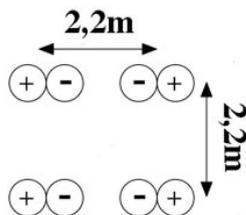
* Système de prise de son d'ambiance 4.0 : Le Carré HAMASAKI.



Les travaux de **Kimio Hamasaki** (ingénieur à la radio Japonaise NHK) ont permis la réalisation de ce système pour des prises de son d'ambiance intérieure. Ce carré HAMASAKI est composé de quatre micros bidirectionnels, en général quatre CCM 8 **Schoeps** dont les lobes positifs (repérés par des points rouges sur les capsules) doivent être dirigés vers les murs de côté d'une salle, ainsi ce système privilégie la captation des premières réflexions qui déterminent la taille apparente de la salle. Le carré Hamasaki s'emploie jamais seul, mais en association avec un système frontal **L C R**. Petit rappel d'un **système dissocié** : les micros **avant** du carré Hamasaki sont mixés avec les micros **L** et **R** du système frontal. Comme pour la croix IRT, il est important de respecter la distance minimale 1,5 m et la distance maximale 3 m entre l'avant du carré et le système frontal **L C R**, sinon il faudra appliquer un délai à **L C R** lors du mixage (1 m \Leftrightarrow 3 ms).

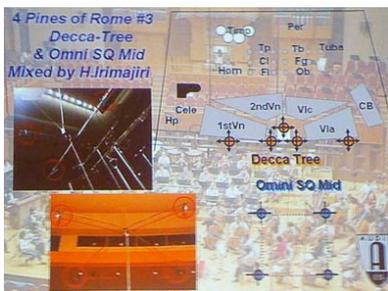
Le carré Hamasaki est en fait une très bonne "**réverbération multicanal**" qui correspond exactement à l'acoustique de la salle où se déroule la captation. La sensation d'enveloppement est remarquable au détriment de la sensation d'immersion quasi inexistante. Ce système d'ambiance est complètement dé-corrélé (phase ≈ 0 au phasemètre) et bénéficie ainsi d'une grande robustesse dans une large zone d'écoute. On remarquera que les micros (à l'avant et à l'arrière du carré) sont en opposition de phase pour les très basses fréquences, renforçant l'impression d'espace (à 100 Hz : la demi-longueur d'onde est de 1,7 m). Certains

scène sonore



preneurs de son pourront lui reprocher un manque de chaleur et de volume notamment dans les églises, (coupe bas caractéristique des micros bidirectionnels). Les résultats des tests psycho acoustiques en France et au Japon ont montré qu'une distance de 3 m de côté du carré était préférable à 1 m de côté. Selon moi, la distance optimale se situe autour de 2,2 m \pm 50 cm de côté (en fonction de la taille apparente du lieu à reproduire) ≈ 7 ms \pm 1 ms.

L'utilisation de ce système ne se justifiera que dans des salles dont le volume est de plus de 4000 m³ et le temps de réverbération supérieur à 1,3 s. Le défaut majeur du carré Hamasaki est son inadaptation à des prises de son de concert en public, les micros bidirectionnels étant dirigés vers les murs de côté ne peuvent capter que le son diffus alors que le système frontal (composé souvent d'Omni ou d'Hypo) reçoit le son direct du



parterre de la salle. Pour rééquilibrer les canaux avant **L C R** et les canaux arrière **Ls** et **Rs** sur les applaudissements, on remplacera les deux micros Bi à l'arrière du carré par des Supers-cardioides CCM 41 Schoeps, dirigés cette fois vers le fond de la salle et vers les auditeurs. De récentes recherches Japonaises font état d'un autre carré : Omni SQ Mid (système composé de quatre micros Omni en carré de 2 m de côté).

4 . Réalisations personnelles de systèmes de prise de son en 4.0 :



* 1^{er} Système pour le reportage “ *l’Odyssée* ” :

- Les micros sont **Cardioïdes** : un couple stéréo XY Schoeps CMXY 4V coïncident pour l’avant **L** et **R** (angle physique des micros de 120°) et un couple DIN pour l’arrière **Ls** et **Rs** (angle physique de 90° et une distance 15 cm à 20 cm entre les deux micros coudés MK4 Schoeps).
- L’angle de prise de son du couple XY est de 120°
- L’angle de prise de son du couple DIN pour l’arrière de 90° à 120°.
- La distance est de **32 cm ± 5 cm** entre les deux couples XY et DIN, c’est la valeur adéquate pour que les angles de prise de son des quatre secteurs ne se recoupent pas.

Ce système multicanal convient parfaitement pour des captations de proximité dans des lieux exigus (intérieur de voiture, couloir, cuisine...). Bien suspendu, il est très simple à mettre en œuvre sur une perche de reportage. L’angle de prise de son 120° du couple XY est suffisamment large pour éviter les gauches-droites sur les gros plans. Si l’on veut stabiliser plus efficacement l’espace frontal, il faut alimenter le canal central **C**. Dans ce cas, on duplique en synchronisant les voies du couple XY sur la console, affecté au canal **C** et atténué de 6 dB. Il est souhaitable alors d’appliquer un délai aux quatre voies **L R Ls** et **Rs** (retard de **35** échantillons en 48 KHz \approx **0,7 ms**), permettant ainsi l’intégration en phase et en timbre de l’enceinte centrale **C** (voir l’utilitaire Excel : « *Retard canal central.xls* »).

Malgré le manque de relief stéréophonique du couple XY lors de la captation d’ambiances extérieures, ce système procure des sensations d’immersions et d’enveloppements plus équilibrées que la croix IRT. La compatibilité descendante est excellente vers la stéréo et la mono (down-mix **sans** le canal **C**), il est idéal aussi pour le codage Dolby Surround **Lt / Rt**.



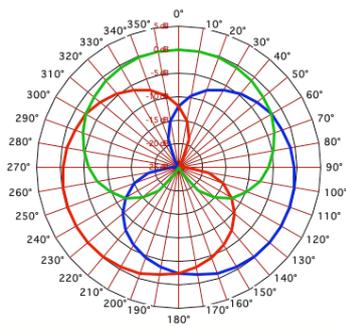
* 2^{ème} Système à 4 canaux **L R Ls** et **Rs** “ *la fusée* ” :

- Les 4 micros sont **Super-cardioïdes** avec coudes pivotants à 30°.
- L’angle entre les micros est de 90° .
- La distance entre deux micros est de 8 cm.
- La couverture totale sur l’ensemble des canaux donne 360° (l’emploi de **Super-cardioïde** MK 41 Schoeps permet d’éviter les recouvrements).

Ce système est constitué de **4 Super-cardioïdes** inclinés à 30°, le but est de rejeter les lobes arrière au plafond : on évite ainsi des problèmes de phase dans le plan azimutal (notables et dérangeants avec un double MS au sweet spot). Mais ce système doit être placé assez haut par rapport à la source, à cause de l’orientation des micros à 30°. Il est bien adapté pour les prises de son de gros plan en fiction (sources sonores pouvant tourner autour des micros), l’effet de proximité compense l’atténuation des basses fréquences des micros **Super-cardioïdes** MK 41.

Ce système compact fonctionne surtout en ΔI (très peu en Δt), la sensation spatiale d’enveloppement est plutôt réduite à l’écoute. Il possède cependant une grande robustesse ainsi qu’une forte impression d’immersion dans la zone d’écoute \Rightarrow ne pas l’utiliser seul pour la captation d’ambiances intérieures ou extérieures. Les capsules étant pratiquement coïncidentes, la compatibilité descendante (down-mix stéréo et mono) est très bonne.

* 3^{ème} Système à 6 canaux coïncidents par matricage : “ *le Trèfle* ” ?? :

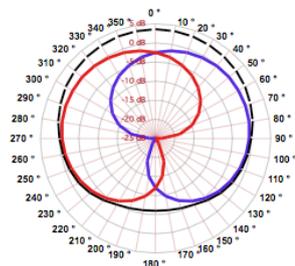


Avec 3 micros cardioïdes MK 4V Schoeps pour : L R et Cs, on peut créer 3 autres micros cardioïdes virtuels correspondants à : C Ls et Rs.

UTILISATION TRÈS LIMITÉE À :

UNE VOIX FANTOMATIQUE!!!

Caractéristiques du couple stéréophonique :		
* Directivité des micros L et R	Angle entre les micros L et R	Distance entre les micros L et R
0,500	120 °	0 cm
Distance de la source sonore	Pourcentage en ΔI et ΔT (entre les micros L et R)	
1,0 m	ΔI dB	ΔT ms
	100 %	0 %
Angle total de prise de son utile du couple	Affaiblissements à l'avant 0° du couple	Affaiblissements à l'arrière 180° du couple
120 °	-2,5 dB	-12,1 dB
	* Directivité après la SOMMATION de L et R (signaux en phases)	
	0,667	
	Après SOMMATION : coefficient de directivité du couple Q (réf du Cardio : Q = 3)	
	2,0	
	Rapport de capture = \sqrt{Q}	
	1,4	



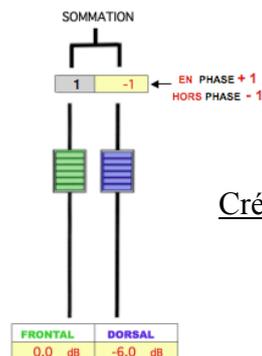
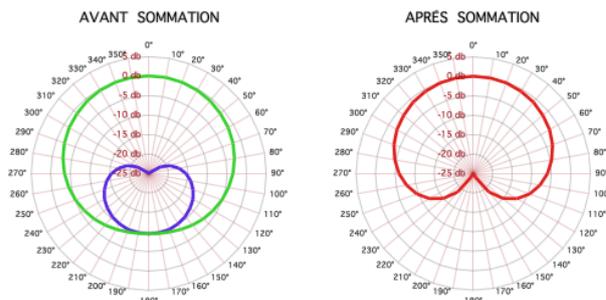
* NOTE :
 Micro OMNI = 1
 Micro INFRA = 0,66 (-10 dB arrière)
 Micro CARDIO = 0,5
 Micro SUPER = 0,375 (-12 dB arrière)
 Micro BI = 0

Sommation de L R = Hypo avec un gain de 3,5 dB

RÉSULTATS DE LA SOMMATION DES 2 MICROS VISANT DANS DES DIRECTIONS OPPOSÉES	
* Caractéristique du micro FRONTAL	Niveau maximum du micro après sommation
0,666	0,0 dB
* Caractéristique du micro DORSAL	
0,500	
* NOTE :	
Micro OMNI = 1	
Micro INFRA = 0,660 (-10 dB arrière)	
Micro CARDIO = 0,5	
Micro SUPER = 0,375 (-12 dB arrière)	
Micro BI = 0	

Différence de sensibilité entre le micro **FRONTAL** et le micro **DORSAL**

3,5 dB



Création de C

Copyright © 2008 Bernard Lagnel

Photos : Bernard Lagnel 02/2009.

Mail : b.lagnel@gmail.com