

Guide de positionnement des enceintes

Positions recommandées des enceintes pour
une reproduction optimale du son immersif



ALTITUDE 32

Processeur audio-vidéo immersif de référence depuis 2014



A propos de Trinnov

Le son fait partie de l'ADN de Trinnov, avec plus de 20 ans de recherche au plus haut niveau dans le domaine. Grâce notre correction acoustique de renommée mondiale, technologie exclusive pour optimiser le couplage enceintes-pièce, nous avons toujours été au coeur de l'innovation dans le monde de l'audio et ainsi capables de proposer des solutions de pointe pour les professionnels du son. Nous sommes également une marque de référence pour les installateurs et utilisateurs qui veulent tutoyer les limites des formats audio immersifs, nativement intégrés dans nos processeurs, mais aussi grâce à l'excellence de notre support technique et les possibilités offertes par l'accès à distance. Entrez dans le monde de la fidélité acoustique et placez-vous à l'avant-garde de l'audio immersif grâce à nos solutions matérielles et logicielles uniques.

Les 45 personnes passionnées réparties sur 6 fuseaux horaires qui composent l'équipe de Trinnov partagent une même volonté sans limite pour l'excellence audio, apportant des centaines d'années d'expérience en ingénierie audio et musicale, sur les différents services de la société.

Désormais présente dans 55 pays, avec plus de 5000 installations hautes-performances dans le monde, Trinnov est, de manière assez unique, impliquée dans toutes les étapes de la production audio. Les processeurs Trinnov sont présents dans les studios professionnels de production et mixage de contenu cinématographique ou musical les plus renommés, dans des milliers de salles de cinéma du circuit commercial et dans les installations résidentielles stéréo et home cinéma les plus prestigieuses.

En étant présents sur la totalité de la chaîne de production audio, de la création de contenu en studio à la diffusion des expériences sonores les plus immersives chez soi, nous pouvons garantir l'intégrité du message sonore et une expérience d'écoute unique.



Positions Recommandées des Enceintes Pour Une Reproduction Optimale Du Son Immersif



INTRODUCTION

Trinnov a lancé l'Altitude³² en 2014. Grâce à sa conception hybride combinant plate-forme matérielle et implémentation logicielle, unique dans l'industrie, ce processeur a non seulement été compatible Dolby Atmos dès le début 2015 (2 ans avant la plupart de ses concurrents), mais il l'a fait de manière totalement inédite, même encore aujourd'hui, grâce au support de 32 canaux discrets pour le positionnement et le rendu des objets sonores contenus dans ce format. Aujourd'hui, grâce aux évolutions matérielles et logicielles, nous sommes les seuls à supporter la totalité des 34.1 canaux de la version domestique du Dolby Atmos.

Avec notre capacité unique de rendu des formats audio orientés objets au-delà de 12 ou 16 canaux, nous avons plus d'expérience que quiconque pour aider nos distributeurs et installateurs autour du monde à concevoir des salles de cinéma privées avec une haute définition spatiale. Dès 2016, nous avons décidé de mettre à jour la version initiale de notre "livre blanc" sur les recommandations de positionnement des enceintes, en ajoutant tout ce que nous avons appris en visitant et calibrant des centaines de salles de cinéma privées dans le monde. Nous pensions que cela prendrait 5 à 6 semaines et de 15 à 20 pages.

Nous avons tort.

Quatorze mois plus tard, nous avons rédigé un document de plus de 80 pages pour aider nos revendeurs à profiter des avantages procurés par les possibilités uniques de l'Altitude³². Son but : aider nos installateurs à dessiner et concevoir des salles de cinéma privées qui seront optimisées à la fois pour plusieurs spectateurs, mais aussi pour les différents formats audio immersifs du marché (Auro-3D®, Dolby Atmos®, DTS:X® et DTS:X Pro®)

La revue américaine Widescreen Review nous a généreusement offert la possibilité de publier une série d'articles qui nous permettent de décrire les concepts qui sont derrière ces choix de conception pour le bénéfice de ses lecteurs. En voici aujourd'hui la traduction française, rassemblée dans un seul document, publiée grâce au soutien des Années Laser. A noter aussi que cette recommandation a été intégrée en très grande partie dans la dernière mise à jour du document CEB-22 du CEDIA, autorité technique mondialement reconnue dans le marché de l'intégration audiovisuelle. Ce document détermine les bonnes pratiques dans la conception et l'intégration de salles de cinéma privées et fait office de document de référence pour une très grande partie des spécialistes du home cinéma dans le monde entier.

HISTOIRE

La plateforme Trinnov Altitude est une nouvelle génération de préamplificateurs audio-vidéo conçue pour le son immersif des salles de cinéma privées les plus performantes, en complément du contenu vidéo Ultra Haute Définition. Trinnov a été créée en 2003 pour étudier et réaliser de la recherche fondamentale dans la captation, le stockage et la reproduction des champs sonores complexes en 3 dimensions. De ce fait, le nom Trinnov

Audio dérive de Tri (pour 3) et Innovation, soit innovation dans l'audio en 3 dimensions. Ainsi, nous avons acquis chez Trinnov une grande expérience et compréhension de la complexité nécessaire pour recréer des expériences audio immersives, y compris avant l'avènement des formats audio 3D actuels.

Au fil des décennies, le son cinéma est passé du mono à la stéréo, puis au son matricé sur 4 canaux (Dolby Pro Logic) avant de se convertir aux pistes audio avec 5.1 et 7.1 canaux discrets. Mais, jusqu'à récemment, la reproduction de la scène sonore était limitée au plan horizontal. L'audio immersif ajoute une troisième dimension essentielle : la hauteur, pour atteindre un degré de réalisme de la scène sonore qui jusqu'ici n'était pas possible.

Alors que les concepteurs des différents formats surround existants (Auro, Dolby, DTS) sont tombés d'accord sur le placement idéal pour les 5 ou 7 canaux principaux des pistes audio, il n'y a pas un tel consensus pour le placement des enceintes placées en hauteur, bien au contraire. Dolby Atmos®, Auro-3D® et DTS:X® ont chacun une approche très différente dans leur manière de placer ces enceintes supplémentaires. Réconcilier et unifier ces recommandations est bien souvent une affaire de compromis importants. Bien souvent, vous devrez décider quel format audio immersif sera privilégié et suivrez les recommandations de positionnement, au détriment des autres formats existants, qui seront reproduits avec des aberrations de localisation vu que le placement des enceintes ne respectera pas leurs recommandations respectives. Il est alors nécessaire d'imaginer une disposition pratique d'enceintes, qui, combinée avec des technologies spécifiques, peut reproduire tous les pistes audio immersifs actuelles, avec autant de résolution spatiale et de précision que celles offertes par les formats audio utilisés.

Heureusement, la tendance dans l'audio 3D est à l'audio orienté objet : en dehors d'une configuration d'enceintes frontales et latérales en 7.1 (voire potentiellement en 9.1) chaque son d'un mix Dolby Atmos® ou DTS:X® est encodé comme un signal audio associé avec des "métadonnées". Ainsi chaque son (musique, effet sonore, bruitage, etc...) contient des informations qui renseignent sur la position du son dans l'espace par rapport au point d'écoute principal, et indiquent aussi si la localisation doit être précise ou diffuse : un coup de tonnerre en altitude semblera venir de toutes les directions alors que la trajectoire du ricochet d'une balle sera beaucoup mieux définie au-dessus de votre tête.

Tous les formats audio immersifs actuels ont été conçus avec l'idée que toutes les enceintes sont idéalement placées relativement autour d'une unique position d'écoute principale. Bien que cette simplification semblait nécessaire pour permettre le développement de ces technologies, cela peut créer des problèmes potentiels lorsque les spectateurs sont répartis sur une grande surface. Ce document cherche à établir des recommandations qui vont résoudre ces deux problèmes: avoir une disposition unique d'enceintes, et cette disposition permettra à tous les spectateurs de profiter pleinement des possibilités offertes par les formats audio immersifs

DIMENSIONS IDÉALES D'UNE SALLE DE CINÉMA PRIVÉE IMMERSIVE

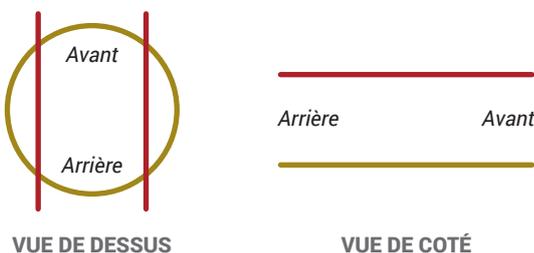
Le placement optimal des enceintes pour les différents formats audio immersifs répond à de nombreuses contraintes souvent contradictoires. De plus, comme ces enceintes sont placées dans une pièce, celles-ci ont un impact direct sur leur positionnement. Du fait de leurs dimensions et proportions spécifiques, certaines pièces conviennent plus que d'autres à la reproduction du son immersif. Cette première partie va préconiser des recommandations générales, dans le but de ne pas trop s'écarter des proportions idéales, qui vont permettre une reproduction précise d'un contenu immersif dans une salle de cinéma privée. Des recommandations de placement plus spécifiques seront décrites par la suite dans d'autres chapitres de ce document. Et comme les dimensions idéales ne sont pas toujours réalisables, nous expliquerons également comment adapter ces recommandations de placement à des pièces plus "compliquées" (pièces larges ou étroites, hautes ou basses de plafond) et ainsi minimiser leur impact sur la qualité d'écoute.

RECOMMANDATION DE PLACEMENT D'ENCEINTES PROPOSÉES PAR AURO, DOLBY, et DTS

Auro, Dolby et DTS ont travaillé sur leurs propres recommandations de placement en fournissant une direction recommandée (via des angles horizontaux et verticaux) pour la position de chaque enceinte par rapport au point d'écoute principal. Ces positions ont été étudiées pour un grand nombre de contenus (TV, musique sans image, jeux vidéos, réalité virtuelle) et une grande diversité de contextes d'écoute (studios, installations résidentielles haut de gamme, installations résidentielles grand public, casque, applications mobiles). Certaines positions d'enceintes n'ont pas d'équivalent d'une recommandation à une autre, et il n'est pas évident de trouver une compatibilité totale entre ces trois formats. De plus, dans les faits, ces recommandations génériques correspondent à un contexte idéalisé avec un spectateur entouré d'enceintes, sans contraintes spécifiques comme la taille de la pièce, l'écran, ou la présence d'autres spectateurs. Par conséquent, plutôt que de considérer chaque préconisation d'angle comme une obligation absolue, il est plus important de comprendre la philosophie derrière chaque format et comment la disposition correspondante est construite. Ainsi, même si chaque configuration d'enceintes Auro-3D, Dolby ou DTS est capable de reproduire les sons perçus de n'importe quelle direction dans une demi-sphère au-dessus du spectateur (et proposer une véritable expérience immersive), leurs philosophies sont totalement différentes.

Dolby Atmos

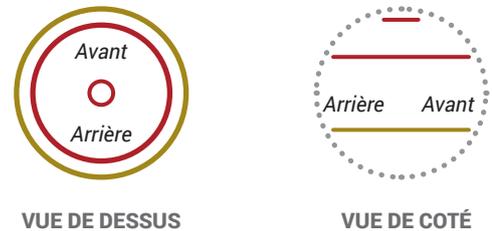
Dolby Atmos est basé sur une disposition d'enceintes en cercle au niveau de l'oreille et 2 lignes d'enceintes en plafond.



Dolby Atmos permet d'avoir jusqu'à 34 canaux audio discrets (sans compter le canal LFE) correspondant à des positions d'enceintes prédéfinies : 24 positions sont distribuées sur un cercle et 10 positions sont distribuées sur deux lignes au plafond. Chaque direction perçue est possible dans une demi-sphère au-dessus du plan d'écoute, mais la disposition Atmos est optimisée aussi bien pour les sources sonores tournant à 360° autour du spectateur avec une très grande résolution spatiale que pour les effets avant-arrière en hauteur, là aussi avec une très grande résolution spatiale. Dolby a établi des recommandations spécifiques pour des configurations à 15 enceintes (configuration en 9.1.6) et même à 19 enceintes dans un futur proche (configuration en 11.1.8).

Auro-3D

Auro-3D recommande de disposer les enceintes en cercle sur 2 niveaux, le premier à hauteur d'oreille, et le deuxième en élévation, suivi d'une dernière et unique enceinte au-dessus des 2 niveaux précédents.

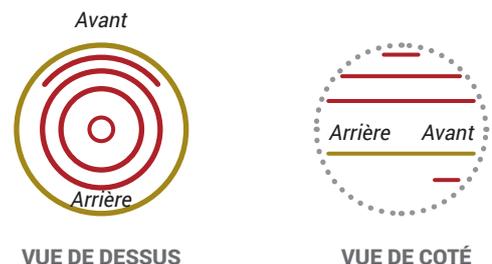


Cette disposition est optimisée non seulement pour reproduire du contenu sonore sur 2 niveaux, mais est aussi capable de reproduire les sources sonores entre ces 2 niveaux pour réaliser un mouvement vertical fluide de l'image sonore et une expérience enveloppante. Ainsi, l'angle d'élévation entre les 2 niveaux est particulièrement important et doit toujours être compris entre 25° et 40°, avec 30° comme valeur optimale.

Auro-3D permet d'avoir jusqu'à 13 canaux audio discrets correspondant aux dispositions d'enceintes prédéfinies nommées 9.1, 10.1, 11.1 et 13.1.

DTS

Dans sa spécification complète, DTS recommande une disposition uniforme d'enceintes autour du point d'écoute sur une sphère composée de 4 niveaux d'enceintes (un au niveau des oreilles, deux en élévation et un en profondeur), chapeautés par une dernière et unique enceinte placée en hauteur. Cette disposition permet d'avoir des sources sonores qui se déplacent n'importe où dans une sphère avec une résolution uniforme.



Le DTS:X original permet un rendu sur 11 canaux audio discrets correspondant à une disposition d'enceintes nommée 7.1.4 et le nouveau format DTS:X Pro permet un rendu en 30.2 avec 30 positions d'enceintes et 2 canaux LFE.

Les dispositions d'enceintes Dolby Atmos, Auro-3D et DTS:X sont, du fait de leurs approches différentes, incompatibles entre elles. Chaque approche demande un jeu d'enceintes dédiées, ce qui est difficilement réalisable en pratique, pour des raisons de place et de coût, mais aussi parce que toutes les enceintes disponibles dans la pièce ne seront pas forcément utilisées suivant le format audio immersif diffusé. **La technologie Trinnov Remapping combinée avec les recommandations de placement d'enceintes de Trinnov est la seule manière de reproduire Atmos, Auro-3D et DTS:X en utilisant la même disposition d'enceintes, au niveau maximal de performance.** Les recommandations Trinnov sur le placement d'enceintes sont expliquées plus en détail dans les prochains chapitres de ce document.

COHÉRENCE ENTRE IMAGE ET SON, ANGLE DE VISION DE REFERENCE

Les formats audio 3D offrent un positionnement plus précis des sources sonores et des mixages subtils pour lesquels la cohérence entre l'image et le son sont plus critiques que jamais. Pour permettre cette cohérence entre l'image et le son, l'angle entre les enceintes gauche et droite doit correspondre à l'angle visuel créé par l'écran. En pratique, les enceintes gauche et droite seront placées aussi proches que possible des bords de l'écran (soit derrière la toile si c'est un écran de projection acoustiquement transparent, soit sur les côtés s'il s'agit d'un écran de télévision). Si cela est possible, il est recommandé de ne pas dépasser un angle de vision de +/- 30.5° pour la diffusion de contenu vidéo 4K UHD, ce qui correspond habituellement à l'angle préconisé de 30° pour le placement des enceintes gauche et droite dans le cadre d'une reproduction de contenu musical et vidéo. Pour du contenu HDTV 1080p, la valeur de l'angle de vision préconisé est différent. On retrouve ci-dessous les valeurs pour les contenus vidéos les plus diffusés actuellement :

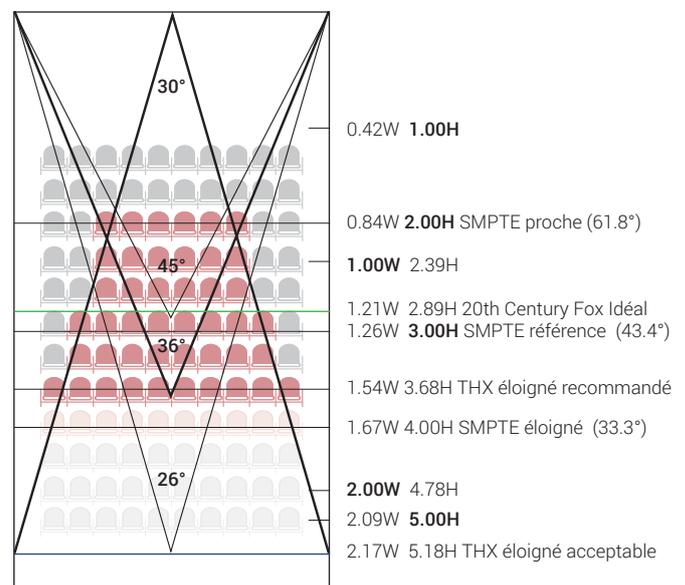
- HDTV 1080P angle de vision horizontal optimal pour un ratio d'image 16:9 : +/- 16.5°
- UHD 4K angle de vision horizontal optimal pour un ratio d'image 16:9 : +/- 30.5°

Ces angles de vision recommandés sont issus d'études sur l'acuité visuelle. Autrement dit, la meilleure résolution du contenu 4K UHD vous permet de vous approcher de l'écran (ce qui sous-entend un angle de vision plus grand) sans que l'image n'apparaisse pixelisée. L'angle de vision n'est pas seulement déterminé par la taille des pixels mais aussi par le confort visuel. Une salle de cinéma privée doit être capable de reproduire l'expérience visuelle souhaitée par le réalisateur. Ainsi, pour le contenu cinéma, l'angle de vision doit être conforme aux recommandations pour le cinéma commercial, les studios de doublage et les salles de projections, soit :

- Angle de vision horizontal de référence : ±22°
- Angle de vision horizontal minimal : ±16.5°
- Angle de vision horizontal maximal : ±31°

Heureusement, l'étendue des angles de visions optimums pour le visionnage des contenus cinéma correspond à ceux recommandés pour le contenu vidéo HDTV ou UHD 4K. Cela ne sera plus le cas pour contenu vidéo 8K, qui offre suffisamment de résolution pour avoir un angle de vision de +/- 55°. Cependant il est préférable de maintenir un angle de vision maximal de 31° tout simplement parce que les films sont adaptés à cette valeur. Autrement, les points d'intérêt dans l'image sont trop éloignés et les spectateurs doivent constamment parcourir toute la surface de l'image lors du visionnage, ce qui génère de l'inconfort.

S'il n'est pas possible de placer les enceintes pour que leurs positions correspondent à l'angle de vision, la technologie de Remapping Trinnov va repositionner l'image sonore pour qu'elle coïncide à l'angle de vision et ainsi conserver la cohérence entre l'image et le son même si les enceintes n'ont pas un positionnement idéal



S'ADAPTER A LA TAILLE DE LA PIECE

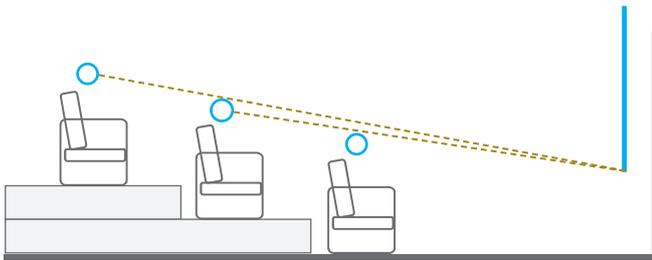
Bien sur, la plupart du temps vous allez travailler avec un espace existant, qui dans la plupart des cas ne sera pas idéal en taille et proportions.

- La largeur minimale de la pièce est imposée par la largeur de l'écran avec un angle de vision de référence de 22°, tel que vu depuis la position d'écoute principale.
- Nous recommandons, si possible, de placer la position d'écoute principale aux 2/3 de la longueur de la salle, depuis l'écran. La position d'écoute principale ne doit cependant compromettre ni l'angle de vision ni la cohérence entre le son et l'image.
- La hauteur de la pièce est contrainte par le plafond et l'épaisseur du traitement acoustique. La hauteur sous plafond standard pour les salles de cinéma privées est typiquement de 2.80 à 3.50 m

Si la position idéale recommandée n'est pas possible à cause de la forme de la pièce, la technologie de Remapping Trinnov va compenser ces problèmes de placement et recréer la scène sonore 3D originale.

S'ASSURER D'UNE VUE DÉGAGÉE

Il est possible d'avoir des écrans de plus de 4m de large, surtout dans les salles de cinéma privées très haut de gamme. Avec de tels écrans, une image 16:9 complète fera 2,25 m de haut et le bas de l'écran de projection peut être proche du sol avec une hauteur sous plafond normale. La difficulté arrive lorsque la zone d'écoute possède plusieurs rangées, et que les spectateurs placés au premier rang peuvent occulter la vue de ceux placés derrière. Ce problème est habituellement résolu en créant un gradinage (chaque rangée est surélevée d'environ 30 cm par rapport à la rangée précédente). Dans les cas extrêmes, un gradinage type stade de sport est nécessaire pour éviter cette occlusion visuelle.



ORIENTATION OPTIMALE DES ENCEINTES

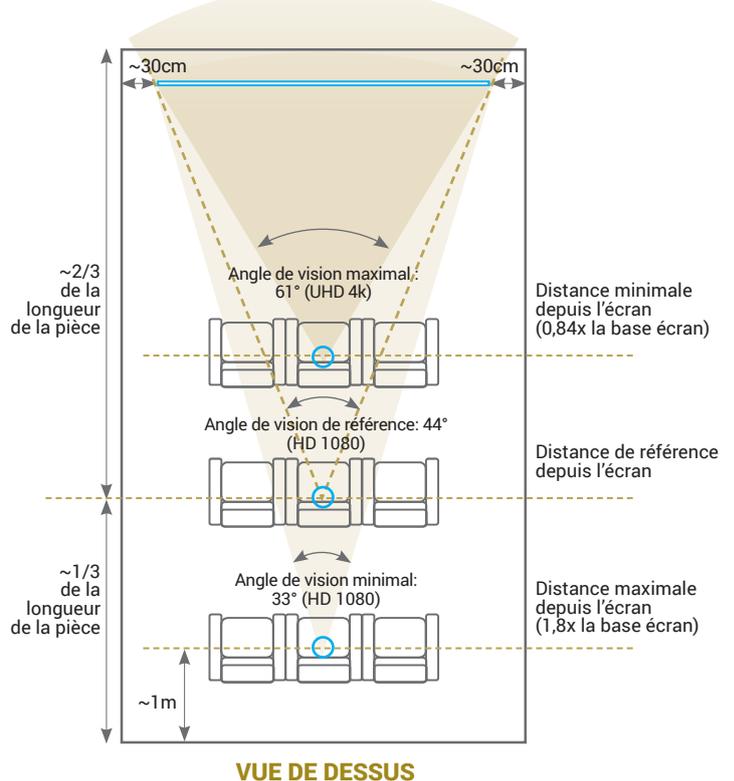
Pour atteindre un niveau de performance exceptionnel, la recommandation habituelle est, lorsque c'est possible, **d'orienter tous les haut-parleurs vers la position d'écoute principale** comme cela est le cas dans les salles de cinéma, studios et auditoriums de mixage conçus pour le son immersif. Ceci permet d'avoir une zone d'écoute plus large, une localisation plus précise des sources sonores et la balance tonale la plus uniforme lorsque les sources sont en mouvement. Pour éviter d'avoir à installer un système de fixation compliqué qui permet d'avoir une orientation précise, il est également possible d'utiliser des enceintes encastrables avec des haut-parleurs orientables, du moment que l'orientation ne s'écarte pas de plus de 20° par rapport à la position d'écoute principale. Dans ce cas, la technologie Trinnov Optimizer va corriger la réponse en fréquence et en phase en dehors de l'axe et préserver la restitution de la scène sonore en 3 dimensions par le système d'enceintes.

Avec une approche un peu moins idéale, il est aussi acceptable d'avoir un **montage en baffle-plan** (c'est-à-dire non orienté) des enceintes encastrées dans les murs et plafonds, mais les modèles choisis doivent alors proposer une excellente directivité. La technologie Trinnov Optimizer va recréer la scène sonore en 3 dimensions depuis la position d'écoute principale, mais la zone d'écoute pour laquelle l'effet 3D sera optimal sera moins étendue, sauf si les modèles d'enceintes ont une dispersion particulièrement large et uniforme. Cette approche en baffle-plan simplifie grandement l'installation tout en ayant une meilleure esthétique visuelle.

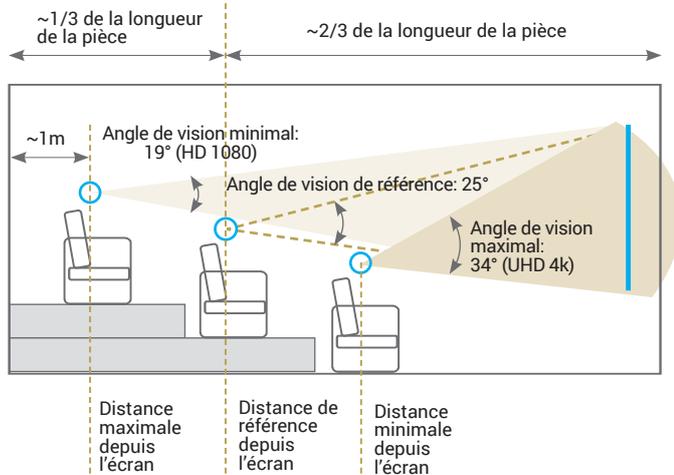
D'autres méthodes existent pour atteindre une haute résolution spatiale sur une large zone d'écoute, comme **orienter le haut-parleur vers le siège positionné à l'opposé** de la zone d'écoute, ce qui permet d'avoir toutes les enceintes en "tir croisé" sur la zone d'écoute. De telles approches, dont les performances se basent à la fois sur le diagramme de directivité des enceintes et l'acoustique de la pièce, seront discutées plus tard dans ce document.

PROPORTIONS OPTIMALES DE LA PIÈCE

Une salle de cinéma privée est principalement conçue pour reproduire des films et les proportions de la pièce tout comme les positions des sièges sont optimisées pour l'image. Avec les vidéoprojecteurs récents, et le contenu 4K/UHD, l'écran peut atteindre l'angle de vision de référence de +/- 22° que l'on retrouve dans les salles de projection et les cinémas commerciaux. Si la pièce doit être plus large que la base de l'écran pour éviter des réflexions de lumière sur les murs adjacents, cela doit être dans des proportions raisonnables pour que les enceintes au plafond du format Dolby Atmos restent suffisamment proches des murs et maintenir la compatibilité de la disposition avec les haut-parleurs en élévation du format Auro-3D. Typiquement on ajoutera 30 cm de chaque côté de l'écran de projection pour avoir la largeur de pièce idéale. La longueur de la pièce doit permettre d'avoir une distance optimale depuis l'écran où l'angle de vision sera de +/- 22° au point d'écoute principal. Tous les autres sièges doivent permettre une expérience visuelle acceptable avec un angle de vision qui ne devrait pas dépasser +/- 31°, la première rangée sera ainsi à une distance de 0.84 fois la base de l'écran, et qui ne sera pas plus petit que +/- 16,5°, la dernière rangée étant alors à 1,8 fois la base de l'écran. Pour des questions à la fois acoustiques et de placement des enceintes (décrites plus tard dans ce document), il est recommandé que le mur arrière soit au minimum à 1 m. de distance de la dernière rangée de sièges.



Si la salle de cinéma fait partie d'une pièce multi-usages, les proportions idéales de la pièce s'appliquent uniquement à la zone correspondant au home-cinéma, comme s'il y avait une "salle de cinéma virtuelle" dans la pièce multi-usages.



VUE DE COTÉ

La hauteur de plafond recommandée est de 3m., et un plafond plus haut peut être souhaitable : en effet il y aura moins de variations de distance entre les différentes enceintes situées au plafond et les différents sièges, ce qui permet d'avoir un champ de pression sonore plus uniforme. Dans la plupart des cas, la hauteur sous plafond sera de moins de 3m., non seulement à cause des dimensions existantes de la pièce mais aussi à cause du faux-plafond créé pour permettre d'installer les enceintes encastrables. Une hauteur de plafond inférieure à 2,5 m. doit être évitée autant que possible.

DIFFÉRENTS GROUPES D'ENCEINTES: FRONTALES, SURROUNDS, WIDES, EN HAUTEUR ET CAISSONS DE BASSES

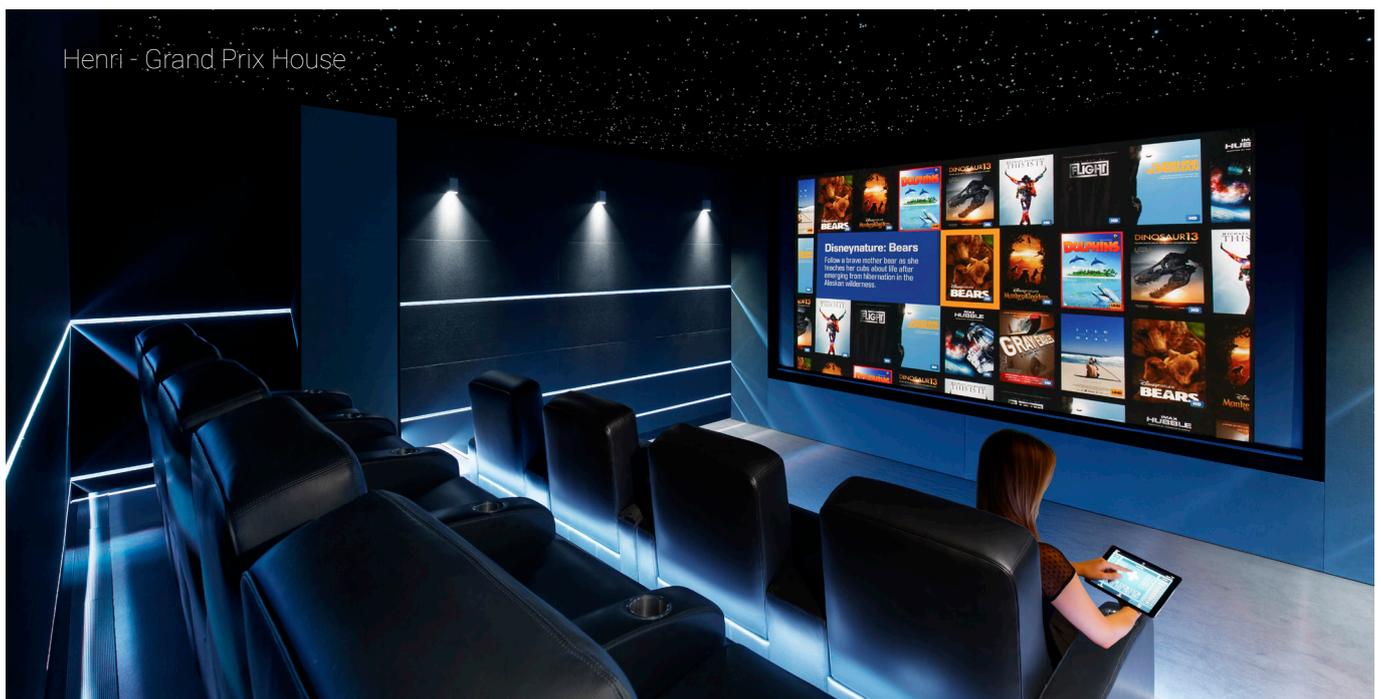
Un système audio immersif 3D va créer un champ sonore tridimensionnel uniforme à partir des contributions de toutes les enceintes et ainsi reproduire une expérience audio immersive unique en 3 dimensions. D'un point de vue plus pratique et "réaliste", le but du système audio d'une salle de cinéma privée est avant tout de servir de support à l'image diffusée à l'écran, avec des spectateurs assis à des positions fixes avec leurs têtes orientées vers le centre de l'écran.

Par conséquent, les origines possibles des sources ne sont pas équivalentes. Différents groupes d'enceintes doivent être définis suivant leurs fonctions respectives et leurs positions seront spécifiquement optimisées. Les cinq groupes sont :

- Enceintes frontales
- Enceintes surrounds
- Enceintes wides
- Enceintes en hauteur
- Caisson(s) de basses

Logiquement, la méthodologie recommandée pour concevoir un système sonore immersif est:

- **ETAPE 1:** Premièrement, placer les **enceintes frontales** de manière à avoir un **angle de vision** qui préserve la cohérence entre l'image et le son
- **ETAPE 2:** Ensuite, définir les **enceintes surrounds** (nombre et positions) suivant la **zone d'écoute** et la **pièce**.
- **ETAPE 3:** Alors, placer les **enceintes wides** pour faire **le lien entre les enceintes frontales et les enceintes surrounds**
- **ETAPE 4:** Finalement, définir les **enceintes en hauteur** (nombre et positions) suivant la **hauteur sous plafond** et la **zone d'écoute**.



Positions Recommandées des Enceintes Frontales



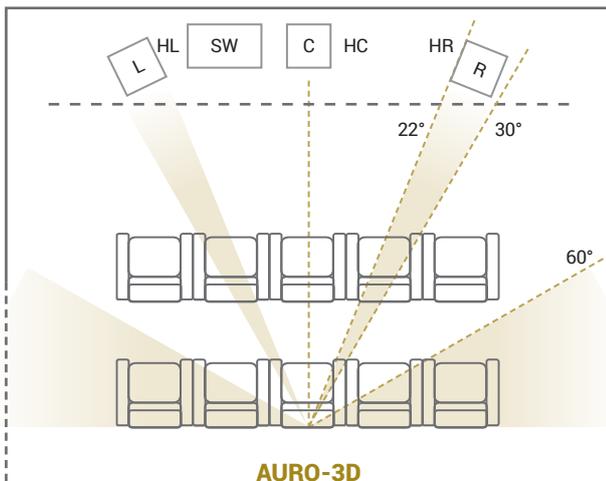
ENCEINTES FRONTALES

Dans le chapitre précédent, nous avons résumé une approche pour définir les proportions d'une pièce qui peut s'accommoder au mieux des recommandations parfois disparates des formats Auro-3D®, Dolby Atmos®, DTS:X® and DTS:X Pro®

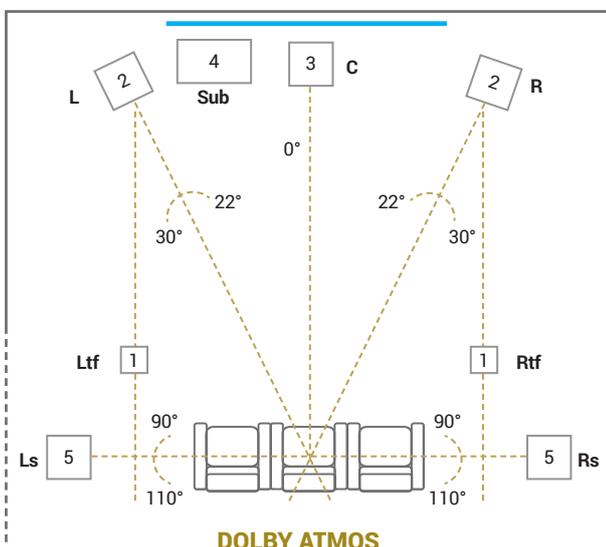
Heureusement, il existe au moins un point sur lequel les trois formats sont d'accord : les enceintes frontales. Pour autant, cela ne veut pas dire qu'il n'y ait pas de possibilité de suggérer des améliorations par rapport à ce qui est habituellement proposé, ce que nous verrons dans ce chapitre.

RECOMMANDATIONS D'ANGLES DE DOLBY, AURO-3D ET DTS:X

Les différents formats audio immersifs recommandent un angle horizontal compris entre +/- 22° et +/- 30° pour les enceintes frontales. Cela correspond aux angles de vision recommandés pour le cinéma et contenu UHD 4K. Ces recommandations sont issues d'études sur l'acuité visuelle.



AURO-3D



DOLBY ATMOS

Règle 1 : l'angle horizontal gauche-droite doit correspondre à l'angle de vision

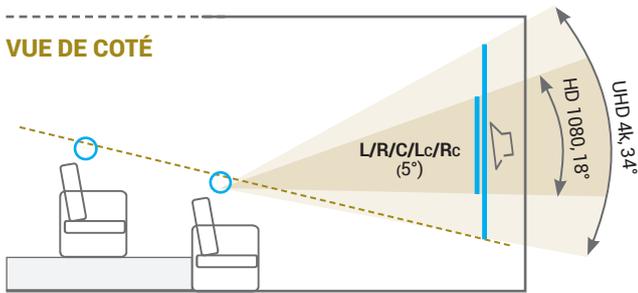
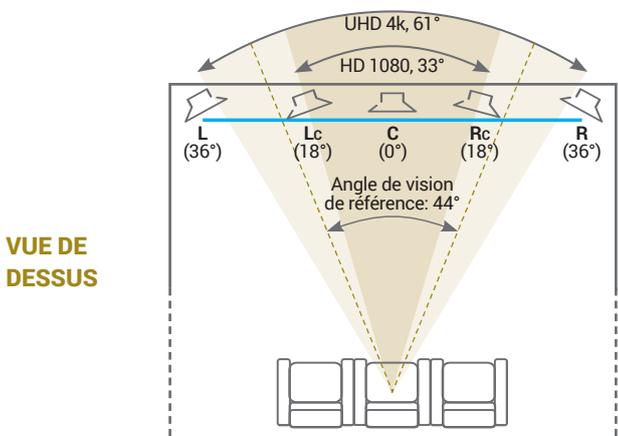
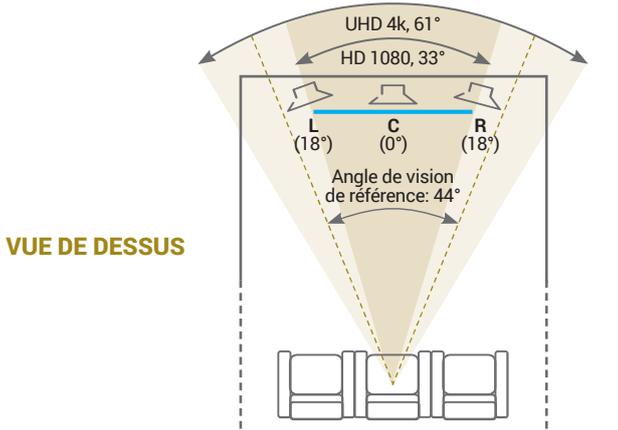
L'angle gauche-droite doit correspondre à l'angle de vision créé par l'écran pour que l'audio et la vidéo soient cohérents. Si l'installation est principalement utilisée pour des films, les enceintes gauche et droite peuvent être placées derrière un écran acoustiquement transparent et aussi près que possible des bords de l'écran. Dans ce cas, l'angle gauche-droite est légèrement plus étroit que l'angle de vision.

Si le système est utilisé pour des films, mais aussi pour des programmes TV et surtout de la musique, il est préférable de placer les enceintes sur le côté de l'écran pour éviter l'absorption acoustique causée par la toile et préserver complètement l'intégrité du message sonore. Dans ce cas, l'angle audio horizontal est légèrement plus large que l'angle de vision. En même temps, il sera plus proche de l'angle idéal pour la reproduction stéréo qui est de 30°, préférable pour les applications à dominante musicale. (Note : placer les enceintes gauche et droite proches des murs rend l'utilisation d'un traitement acoustique passif approprié extrêmement important.)

Règle 2 : Faut-il 3 ou 5 enceintes frontales?

Le nombre d'enceintes frontales dépend de l'ouverture de l'angle de vision de la position de référence :

- Si l'angle de vision est inférieur ou égal à +/- 20° (écran étroit), 3 enceintes frontales sont suffisantes, quel que soit le nombre et la disposition des autres enceintes.
- Si l'angle de vision est supérieur à égal à +/- 35° (écran large), 5 enceintes frontales sont recommandées, quel que soit le nombre des autres enceintes. Nous recommandons de positionner les enceintes "de liaison" additionnelles (canaux Lc/Rc) au demi-angle entre l'enceinte centrale et les enceintes gauche et droite. Cette distribution angulaire uniforme d'enceintes sur tout l'écran garantit un déplacement fluide et précise des sources sonores en mouvement. Par conséquent, les enceintes "de liaison" (Lc/Rc) seront légèrement plus proches de l'enceinte centrale que des enceintes principales gauche et droite.
- Si l'angle de vision est compris entre +/- 20° et +/- 35° :
 - 3 enceintes frontales sont recommandées si le nombre d'enceintes surrounds est inférieur ou égal à 8
 - 5 enceintes frontales sont recommandées si le nombre d'enceintes surrounds est supérieur ou égal à 10



Règle 3 : Alignement vertical des enceintes frontales

Comme la résolution de l'image est de plus en plus élevée, la tendance est d'utiliser des écrans de plus en plus grands, avec un angle de vision vertical compris entre 18° et 34°. Pour éviter d'avoir une obstruction visuelle entre les différentes rangées des spectateurs, il est conseillé d'utiliser un gradinage pour les rangées arrières et/ou de surélever l'écran. Pour maintenir la cohérence entre l'image et le son, les enceintes frontales doivent être verticalement centrées avec l'écran. Mais si l'écran est surélevé, les enceintes frontales pourront être placées trop haut, et dans la plupart des cas, il sera préférable de positionner les enceintes légèrement au-dessous du centre, sans aller au-delà du bas de l'écran. Cette position améliore le confort audible

subjectif et permet de mieux différencier les effets en hauteur, tout en maintenant une bonne cohérence verticale de l'enceinte centrale avec l'image.

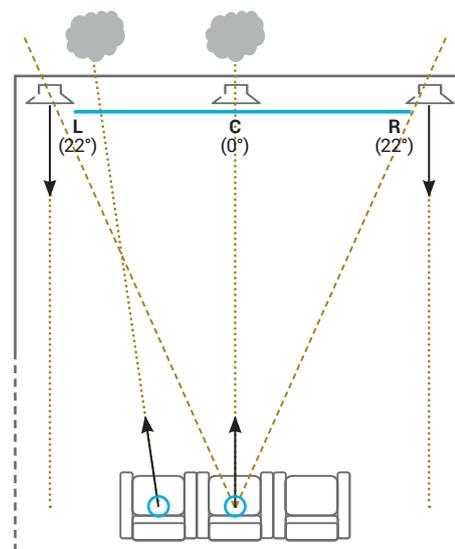
Règle 4 : Orientation optimale des enceintes

Plusieurs méthodes d'orientation des enceintes sont possibles suivant les exigences du projet et le budget.

Le montage en baffle plan est recommandé dans les projets où une installation simple des enceintes est demandée, sans installation de systèmes de fixation complexes. Dans ce cas, cependant, la localisation et l'expérience immersive sera moins performante pour les spectateurs assis sur les côtés de la position d'écoute principale.

Dans une configuration stéréo conventionnelle, quand les enceintes gauche et droite reproduisent exactement le même signal, une source sonore fantôme sera localisée à l'exact milieu des enceintes, et ce, depuis la position d'écoute principale. À cause de la directivité des enceintes gauche et droite, un spectateur assis à la gauche entendra l'enceinte gauche plus fort que l'enceinte droite, ce qui donnera un décalage de l'image sonore vers la gauche. (Le temps d'arrivée plus précoce de l'onde sonore émise par l'enceinte gauche par rapport à celle émise par l'enceinte droite a lui aussi tendance à décaler l'image vers la gauche via l'effet de précedence, ou loi du premier front d'onde)

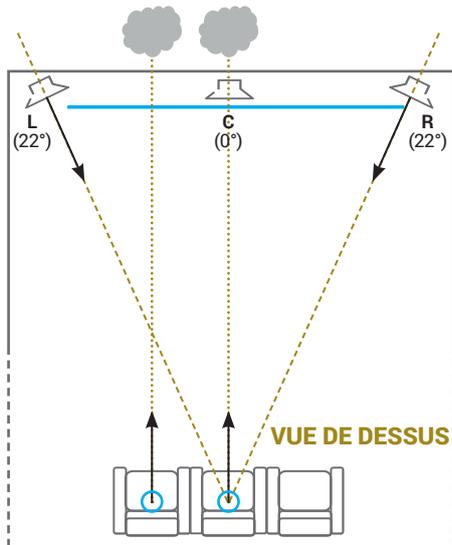
Cette orientation des enceintes est aussi très sensible à l'acoustique de la pièce étant donné qu'une bonne partie de l'énergie de l'enceinte est réfléchi sur le mur adjacent, créant des réflexions parasites et de la réverbération. Aussi, et spécialement dans le cas des enceintes frontales, cela a aussi tendance à favoriser l'écho flottant entre les murs avants et arrières parallèles, à moins qu'ils ne soient traités acoustiquement.



Montage en baffle-plan

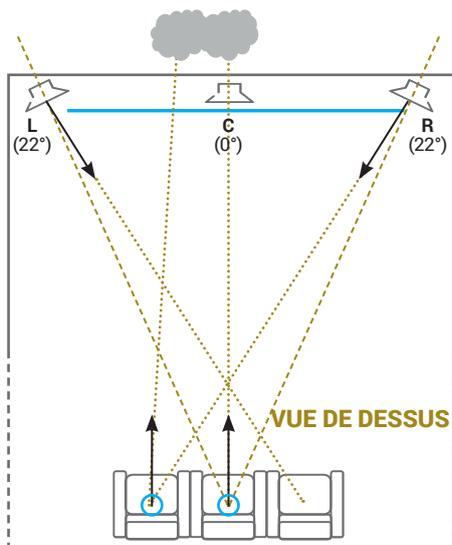
VUE DE DESSUS

Orienter les enceintes vers le point d'écoute principal est recommandé si le projet permet d'intégrer un système défexion ou si les enceintes sont déjà orientées. L'orientation des enceintes permet les meilleures localisation, immersion et balance tonale possibles au point d'écoute principal tout en minimisant les aberrations de localisation pour les spectateurs situés sur les côtés. Cette méthode donne un résultat qui est (légèrement) moins dépendant de l'acoustique de la pièce étant donné que l'énergie projetée en dehors de la zone d'écoute est minimisée.



Enceinte orientée vers le point d'écoute principal

La méthode du "tir croisé" est recommandée pour atteindre les meilleures localisation et immersion possibles pour tous les sièges, au détriment d'un léger compromis à la position d'écoute principale.



Orientation des enceintes via la méthode du tir croisé

Un auditeur assis à la gauche de la zone d'écoute, sera plus proche de l'enceinte gauche (ce qui va "automatiquement" décaler l'image sonore vers la gauche) mais en même temps, cet auditeur sera plus dans l'axe de l'enceinte droite et moins dans l'axe de l'enceinte gauche, ce qui donnera aussi un niveau perçu plus important pour l'enceinte droite. Avec comme résultat une image fantôme qui se décalera vers sa position idéale, au milieu des deux enceintes. L'image sonore est ainsi stabilisée sur une plus grande zone d'écoute. La méthode en tir croisé demande des enceintes sélectionnées pour leur excellente directivité et ainsi qu'une bonne réponse en puissance. Le résultat final dépend alors fortement de la conception du traitement acoustique de la pièce vu que l'enceinte projette beaucoup d'énergie sur les murs latéraux opposés.

Cette méthode doit être utilisée avec prudence et uniquement dans des environnements acoustiques contrôlés où les réflexions contra-latérales (du mur latéral opposé) sont absorbées sur une large bande. Une pièce non-traitée et non-optimisée doit être évitée puisque l'énergie réfléchie sur le mur opposé va diminuer l'intelligibilité et la profondeur de la scène sonore.

Dans le prochain chapitre de ce document, nous allons aborder le problème plus complexe de déterminer le nombre d'enceintes surrounds optimal pour différentes tailles de pièces et zones d'écoutes ainsi que leur placement dans ces espaces.



Position Recommandées des Enceintes Surrounds

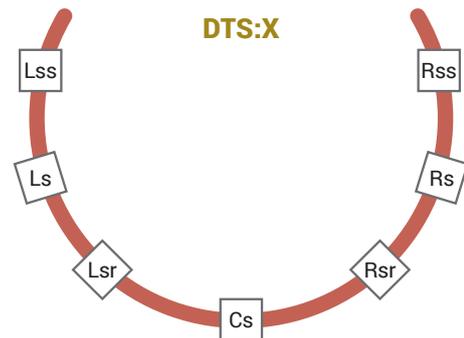
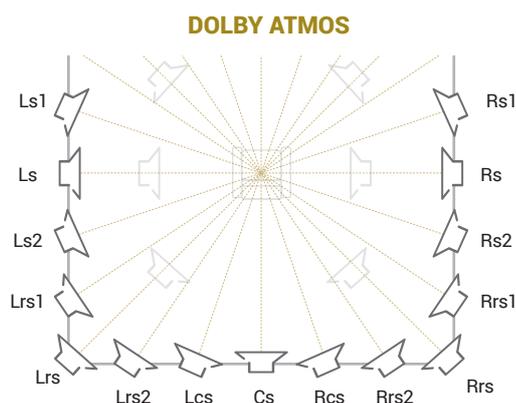
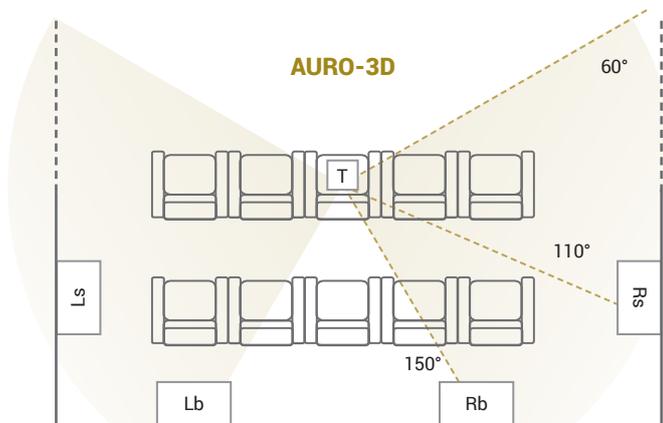


ENCEINTES SURROUNDS

Dans ce chapitre, nous allons aborder un problème qui est parmi les plus complexes qui soit: comment décider quel nombre d'enceintes surrounds est nécessaire pour mon système audio ? Et où les placer ? Les trois formats audio immersifs ont été conçus et définis dans les conditions idéales des laboratoires de recherche où un seul auditeur est entouré de plusieurs enceintes. Cette contrainte pratique est probablement nécessaire lorsque l'on étudie une façon totalement nouvelle de reproduire un champ acoustique complexe en 3 dimensions. Toutefois, il ne correspond pas vraiment à un design typique de salle de cinéma privée, comme nous allons le voir.

RECOMMANDATIONS POUR UNE SEULE POSITION D'ÉCOUTE

Les différents formats audio immersifs proposent des recommandations similaires pour la disposition des enceintes surrounds. Les trois formats suggèrent des enceintes positionnées sur les côtés et derrière l'auditeur central avec un espacement régulier.



Ces recommandations sont directement applicables pour une configuration avec un seul siège, mais ont besoin d'être adaptées dans un contexte avec plusieurs sièges.

RECOMMANDATIONS POUR PLUSIEURS POSITIONS D'ÉCOUTES

Une salle de cinéma privée est habituellement conçue avec plusieurs sièges. Il est largement admis que la scène sonore surround va être distordue dès que l'auditeur s'éloigne de la position d'écoute principale. De plus, la zone d'écoute n'est pas exactement un cercle autour de cette même position d'écoute. Une performance surround optimale ne peut être réalisée à l'intérieur de la zone d'écoute qu'en adaptant précisément le nombre et la position des enceintes surrounds suivant la zone d'écoute pour s'assurer d'une distorsion minimale de la scène sonore surround.

Règle 1: Adapter le nombre d'enceintes surrounds à la taille de la zone d'écoute

Le nombre recommandé d'enceintes surrounds est fonction de :

- **La taille de la zone d'écoute.** Il est relativement intuitif de se dire qu'une grande pièce avec une grande zone d'écoute a besoin de plus d'enceintes surrounds pour assurer une couverture uniforme.
- **La distance entre la zone d'écoute et les murs de la pièce.** En d'autres termes, pour une pièce d'une taille donnée, le nombre d'enceintes augmente avec la taille de la zone d'écoute. Cela s'explique par le fait que lorsqu'un auditeur est placé à proximité d'une enceinte, il est probable que cette enceinte en particulier devienne une source sonore dominante, et transformant la scène sonore tridimensionnelle en une source sonore unique.

Imaginons une personne assise à proximité de l'enceinte surround latérale gauche placée à niveau d'oreille dans une configuration à 7 canaux, et un objet sonore qui circule sur les enceintes coté gauche. Lors de son mouvement depuis l'enceinte frontale gauche vers l'enceinte latérale surround gauche, la personne la plus proche de cette enceinte, entendra cet objet sonore plus tôt que n'importe qui d'autre dans la salle.

Cet objet sonore s'attardera aussi plus longtemps et il sera perçu trop fort. C'est seulement une fois qu'il sera reproduit par l'enceinte surround arrière gauche que la situation redeviendra à peu près normale pour notre auditeur.

Par contraste, imaginons une pièce avec plus d'enceintes qui vont fixer le son à des endroits spécifiques entre l'enceinte frontale (L) et l'enceinte arrière (Lrs), les objets sonores circulent avec une vitesse correcte et restent au volume sonore souhaité, excepté le court moment où ils sont reproduits uniquement par l'enceinte surround latérale principale (Ls). Pour notre auditeur, cela restera un peu trop fort, mais l'objet sonore passera plus rapidement à l'enceinte suivante.

Par conséquent, la seule solution est d'utiliser plus d'enceintes comme points d'ancrage de l'image sonore 3D et s'assurer que l'effet d'accentuation du volume dû à la proximité d'une enceinte par rapport à un siège en particulier affecte seulement une petite partie de l'image sonore 3D. Ainsi, cela permet de conserver une localisation précise et une expérience immersive pour la plupart des spectateurs. De plus, pour permettre une perception robuste des sons surrounds pour tous les auditeurs, l'angle entre deux enceintes surrounds adjacentes ne doit pas dépasser 60°, y compris pour les auditeurs assis du même côté que les enceintes. La version complète de ce que nous fournissons à nos installateurs inclut toutes les formules de calcul nécessaires pour dimensionner et placer ces enceintes surrounds suivant la taille de la pièce et de la zone d'écoute. C'est au-delà du périmètre de ce document, qui se contente d'en expliquer les concepts.

Règle 2 : Adapter le type d'enceintes surrounds à la forme de la zone d'écoute

Un des buts fondamentaux d'une salle de cinéma privée immersive est de s'assurer que tous les auditeurs de la zone d'écoute partagent la même expérience. En d'autres termes, lorsqu'un effet sonore est mixé sur le côté, chaque auditeur doit percevoir que le son provient bien de ce côté. De la même manière, si un effet est mixé à l'arrière, chaque auditeur doit percevoir qu'il vient bien de l'arrière.

Dans les cinémas commerciaux, ce but fondamental est réalisé vu que les objets sonores sont positionnés suivant les dimensions de la pièce. C'est le système de coordonnées de la boîte à chaussures, dans lequel chaque objet audio peut être positionné n'importe où entre les 4 parois, grâce à 3 coordonnées cartésiennes X,Y,Z qui définissent (respectivement) les panoramiques droite-gauche, avant-arrière et haut-bas par rapport à la pièce.

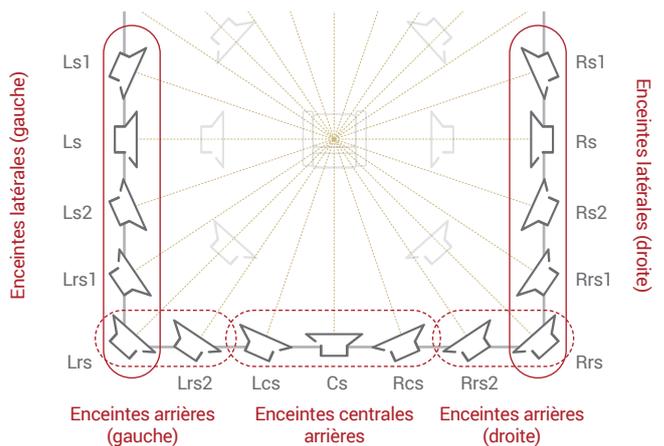
Les enceintes surrounds sont installées sur les côtés et à l'arrière et reproduisent les objets sonores dans le repère de la boîte à chaussures et leur position relative par rapport à la pièce. Le système de coordonnées de la boîte à chaussures s'adapte à la taille de la pièce et s'assure que même si la zone d'écoute est aussi large que la pièce elle-même (ce qui est souvent le cas dans des cinémas commerciaux), n'importe quel spectateur perçoit un effet latéral du bon côté, et de la même manière, un effet arrière sera perçu comme tel. Le modèle de boîte à chaussures est idéal

dans la situation où la taille de la zone d'écoute est égale à la taille de l'écran (excepté la zone près de l'écran).

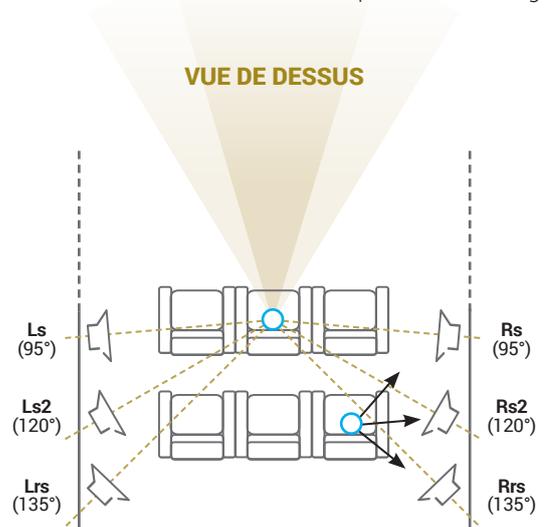
Dans un environnement domestique, la zone d'écoute est plus petite que la taille de la pièce et **par conséquent, le facteur déterminant sur la position des objets sonores et des enceintes n'est plus la pièce, mais la zone d'écoute elle-même.**

De ce fait, les positions des enceintes ne doivent pas être décidées exclusivement sur la base des positions standards, relatives au point d'écoute principal, en ignorant complètement la forme de la zone d'écoute. Autrement le postulat évident que tous les auditeurs de la zone d'écoute doivent partager la même expérience sonore n'est pas réalisé. Imaginons un exemple où si l'on ignore la forme de la zone d'écoute, on arrive à des aberrations de localisation.

La "ceinture" d'enceintes surrounds est segmentée en sous-groupes, avec des enceintes latérales, arrières et centrales arrières. Chaque groupe est en charge de reproduire une direction du son suivant le nom de son groupe. Le dessin suivant illustre les sous-groupes d'enceintes surrounds en utilisant la nomenclature Dolby Atmos :

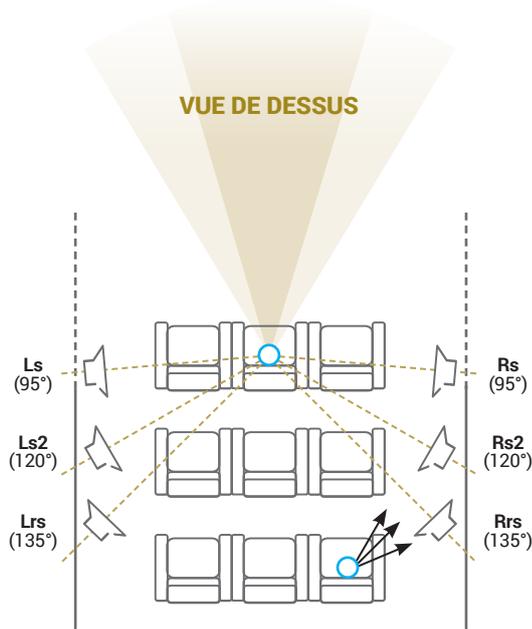


Ci-dessous un exemple où les sous-groupes d'enceintes surrounds fonctionnent correctement pour tous les sièges.

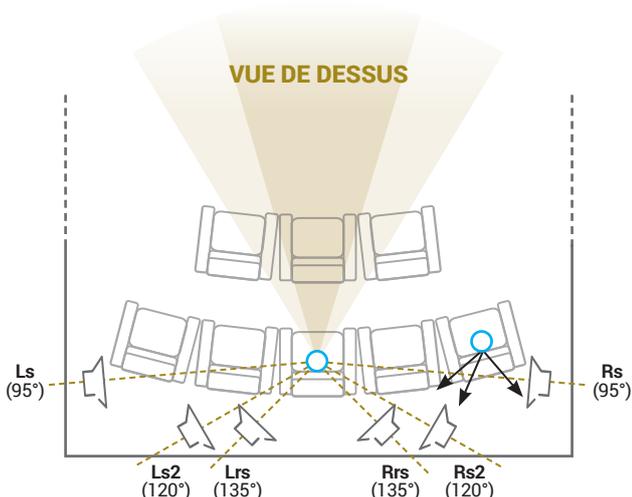


Lorsque la zone d'écoute est très longue ou très large, et avec un positionnement d'enceintes basé sur les angles recommandés par rapport au point d'écoute de référence, les enceintes latérales et arrières ne seront pas forcément localisées comme elles devraient l'être pour tous les sièges. Les deux situations principales à absolument éviter sont :

- Lorsque la zone d'écoute est en longueur, il faut éviter de positionner des enceintes arrière de telle manière qu'elles pourraient être localisées à l'avant par le dernier rang. Comme illustré dans l'exemple suivant, une enceinte arrière positionnée à 135° par rapport au point d'écoute principal est localisée à l'avant par la personne assise au siège arrière droit.



- Lorsque la zone d'écoute est en largeur, il faut éviter la situation dans laquelle une enceinte latérale droite peut être localisée à gauche et une enceinte latérale gauche peut être localisée à droite depuis le dernier rang. Toujours dans l'exemple suivant, une enceinte latérale droite à 120° est localisée sur la gauche lorsque la zone d'écoute est large.

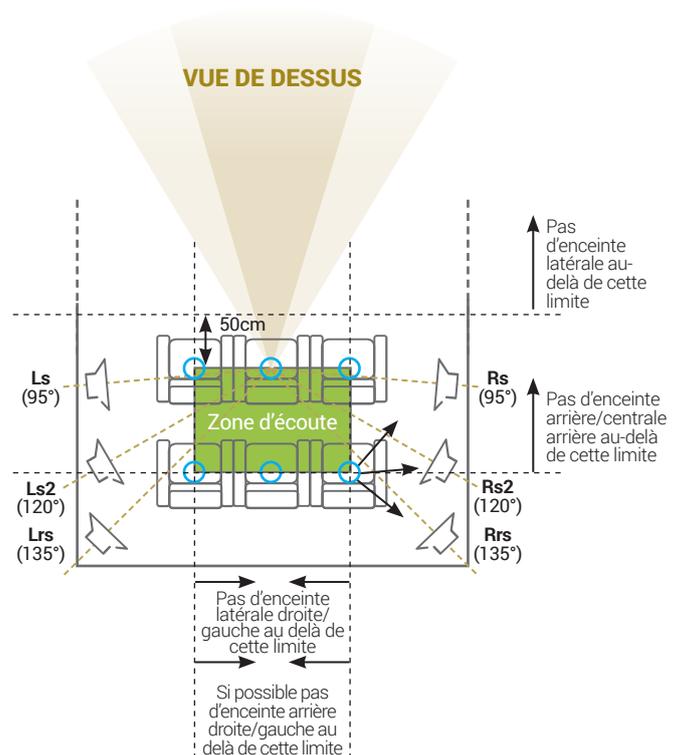


Ces distorsions spatiales sont le résultat d'un placement des enceintes qui se fait uniquement par rapport au point d'écoute principal plutôt que de prendre en compte la zone d'écoute en entier.

Avec plusieurs rangées de sièges, cette confusion dans la localisation est évitée pour tous les sièges si le placement de toutes les enceintes surround est adapté par rapport à la zone d'écoute. Cette même zone d'écoute étant définie par la surface contenant toutes les têtes des auditeurs.

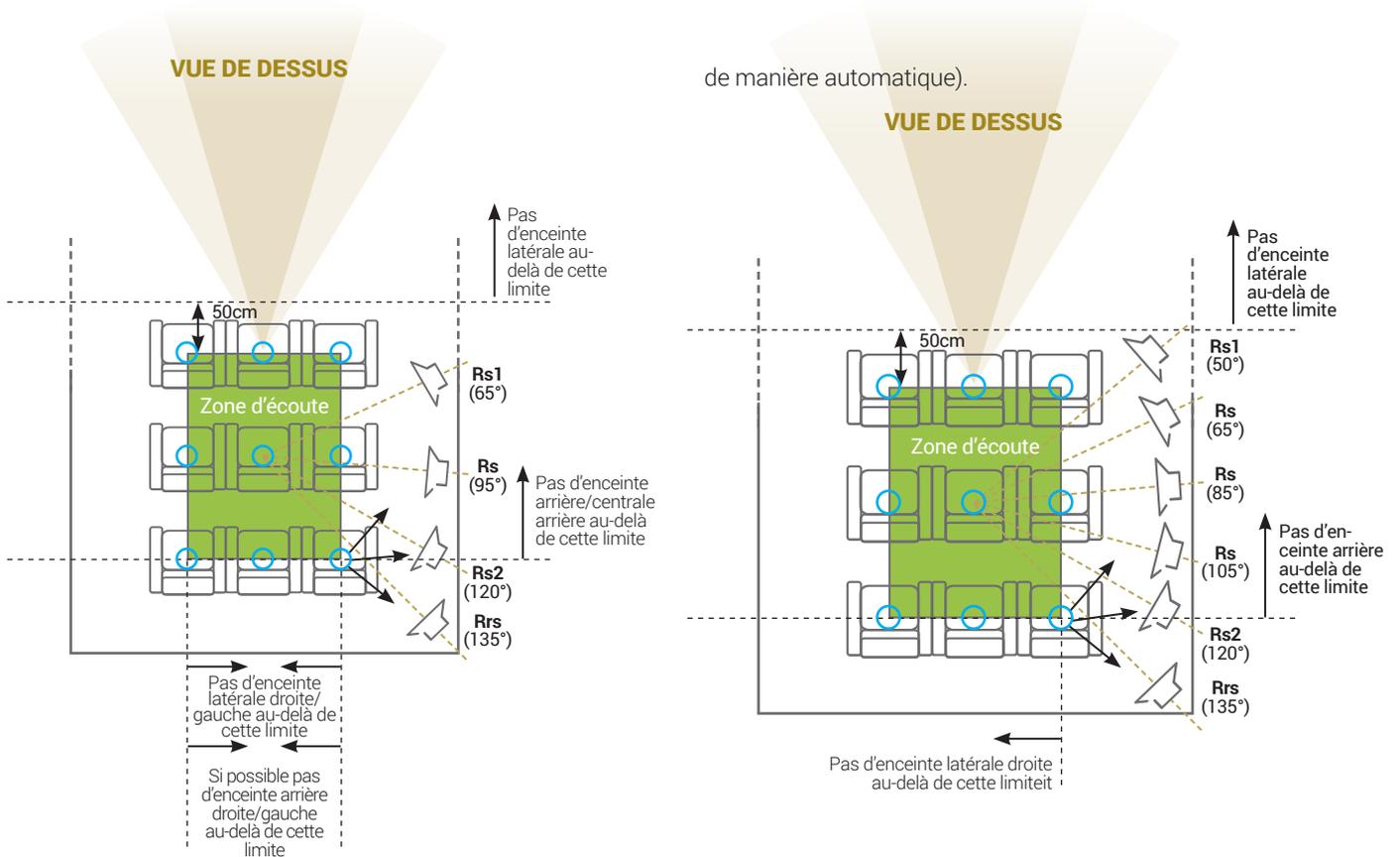
- **Toutes les enceintes latérales doivent être sur le côté de la zone d'écoute.** Cette règle permet de s'assurer qu'aucun auditeur ne peut localiser comme venant de la gauche une enceinte installée à droite, et inversement.
- **Toutes les enceintes arrières et centrales arrières doivent être à l'arrière de la zone d'écoute.** Cette règle permet de s'assurer qu'aucun auditeur ne peut localiser comme venant de l'avant une enceinte installée à l'arrière.
- **Toutes les enceintes arrières gauche doivent être entendues à la gauche de la zone d'écoute.** Cette règle permet de s'assurer qu'aucun auditeur ne peut localiser comme venant de la droite une enceinte arrière gauche. **La même règle s'applique pour les enceintes arrières droites: elles doivent être entendues à la droite de la zone d'écoute.** Cette règle n'est pas forcément applicable à toutes les situations et reste moins critique que les deux règles précédentes, notamment lorsque la zone d'écoute est large par rapport à la taille de la pièce, ce qui demanderait beaucoup d'enceintes arrières et centrales arrières pour couvrir la distance entre les deux murs latéraux.

Ces règles simples nous permettent de définir les limites et zones d'exclusion suivantes:



Pyramid Group : The Cavern
CEDIA Award 2019 : Meilleure salle de cinéma privée niveau II





Ce concept de limites de la zone d'écoute est très similaire au concept de la boîte à chaussures des cinémas commerciaux, mais il est appliqué à la zone d'écoute à la place de la pièce. Dans la situation particulière où la zone d'écoute est aussi grande que la pièce, les limites d'exclusions se superposent avec les murs de la pièce (latéraux et arrière) et la situation est identique au contexte présent dans le cinéma commercial: les enceintes latérales sont uniquement présentes sur les murs latéraux et les enceintes arrières sont présentes uniquement sur les murs arrières.

Conseil: pour vérifier la pertinence d'un placement d'enceintes surrounds, s'imaginer assis sur le siège arrière droit et s'assurer que la position actuelle de chaque surround n'est pas en conflit avec la direction suggérée par son nom : les enceintes latérales droites ne doivent être perçues comme étant à gauche, les enceintes centrales arrières ne doivent être perçues par personne comme étant à l'avant, les enceintes arrières droites ne doivent être perçues à gauche et inversement pour les enceintes arrières gauches.

Règle 3 : Pour les zones d'écoutes en longueur, faites un groupe d'enceintes latérales

Si l'angle entre les trois enceintes d'un même côté est plus grand que l'angle avec les autres enceintes, il est recommandé d'ajouter des enceintes Ls et Rs additionnelles pour avoir une couverture plus uniforme. La distribution du signal des groupes d'enceintes Ls et Rs doit se faire à puissance constante (Exemple: le volume d'une paire d'enceintes Rs doit être diminué de -3dB de sorte que leur puissance en sortie combinée corresponde à une valeur correcte. A noter que les processeurs Altitude font cet ajustement

de manière automatique).

Grouper les enceintes latérales permet d'améliorer la couverture de la zone d'écoute, mais avec l'inconvénient d'une distorsion spatiale à la fois au niveau de la vitesse de la trajectoire et de la taille apparente des objets sonores.

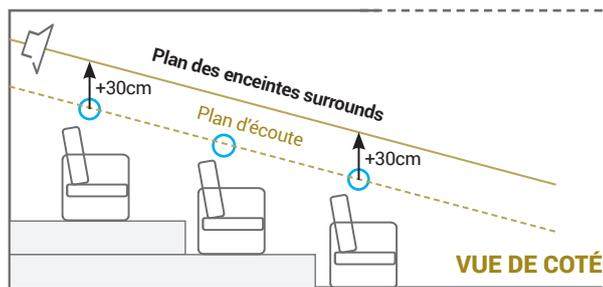
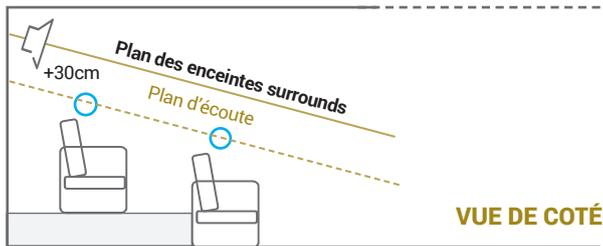
Règle 4 : Dégagement vertical et horizontal au niveau de la tête

Dans toutes les situations avec plusieurs auditeurs, il est important d'éviter tout phénomène de masquage où la tête d'un auditeur va occulter une enceinte vue d'un autre auditeur. Lorsqu'une enceinte est occultée, la balance tonale et la localisation sonore sont affectées négativement de manière importante. L'impact négatif n'est pas maîtrisable, étant donné que les auditeurs peuvent bouger leur tête à tout moment. Le dégagement des têtes est obtenu facilement en élevant les enceintes surround légèrement au-dessus du plan d'écoute (le plan à l'intersection de toutes les oreilles des auditeurs)

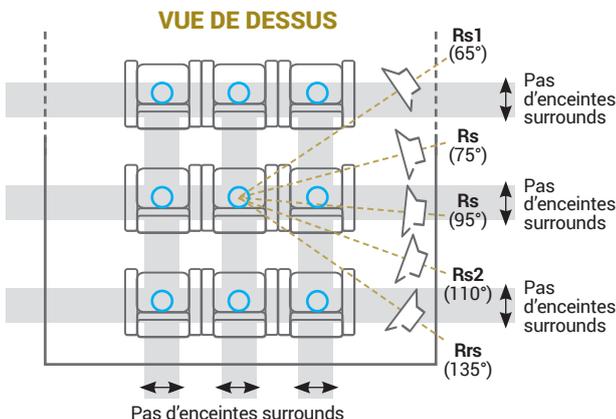
Le plan d'écoute est légèrement différent du plan de vision qui est utilisé pour éviter toute occlusion visuelle par rapport à l'écran. Dans la situation commune où les derniers rangs sont surélevés, le plan d'écoute est incliné vers l'avant de la salle. Cette méthode est similaire à celle utilisée dans les configurations d'enceintes en 7.1 à l'exception notable que le plan d'enceintes surrounds est surélevé de 30 cm (au lieu de 60 cm). En réduisant la hauteur des enceintes surrounds, on laisse plus d'espace pour les enceintes en hauteur et on évite d'avoir tous les sons largement au-dessus du niveau de l'oreille, ce qui donnerait une scène sonore surélevée, en contradiction avec le but idéal d'atteindre une immersion sphérique complète.

Le compromis idéal est de minimiser le masquage du son du à la tête tout en conservant au maximum la différence de localisation perçue entre les enceintes surround placées autour des auditeurs et les enceintes en hauteur placées au dessus des auditeurs.

Élever les enceintes surrounds est également extrêmement important lorsque la zone d'écoute est grande comparée à la pièce et lorsque les spectateurs peuvent s'asseoir à proximité d'une enceinte surround, qui va par conséquent apparaître comme la source principale de la scène sonore 3D. Élever les enceintes surrounds permet de réduire les différences inter-sièges aussi bien en distance qu'en terme de niveau sonore perçu de la part de ces mêmes enceintes. Ainsi la reproduction des canaux surrounds est plus uniforme pour tous les sièges.



Pour éviter une scène sonore trop surélevée qui va limiter l'immersion, les enceintes surround peuvent être surélevées de seulement 30 cm. De ce fait, les enceintes les plus proches des spectateurs pourraient toujours apparaître comme des sources localisées indésirables. Placer les enceintes surround de manière à ce qu'elles ne soient pas complètement alignées avec les têtes des auditeurs peut réduire encore plus cet effet.



Règle 5 : Groupes d'enceintes recommandés pour optimiser l'utilisation des enceintes par tous les formats

Dolby Atmos est actuellement le seul format capable de délivrer jusqu'à 34.1 canaux audio discrets, ce qui permet une image audio 3D robuste, non seulement au point d'écoute principal mais aussi dans une zone d'écoute acceptable autour de ce même point d'écoute principal. Les autres formats comme Auro-3D, DTS:X et les enregistrements multicanaux plus anciens offrent moins de canaux, limités à 4 canaux surround. Le récent format DTS:X Pro quant à lui offre 30.2 canaux audio discrets et par conséquent propose une résolution spatiale comparable au Dolby Atmos.

Dans les situations avec plus d'un auditeur, il est nécessaire de réaliser des groupes d'enceintes latérales pour s'assurer que l'image surround obtenue au point d'écoute principal est raisonnablement préservée sur toute la zone d'écoute. Le nombre de canaux surround physiques suit la règle 1 et la topologie du groupe d'enceintes suit la règle 2 de ce même chapitre pour s'assurer que les canaux latéraux soient distribués par les enceintes latérales et les canaux arrières soient distribués par les canaux arrières, par rapport à la forme de la zone d'écoute.

La correspondance des formats pour les groupes d'enceintes d'enceintes surrounds est présentée dans le tableau suivant.

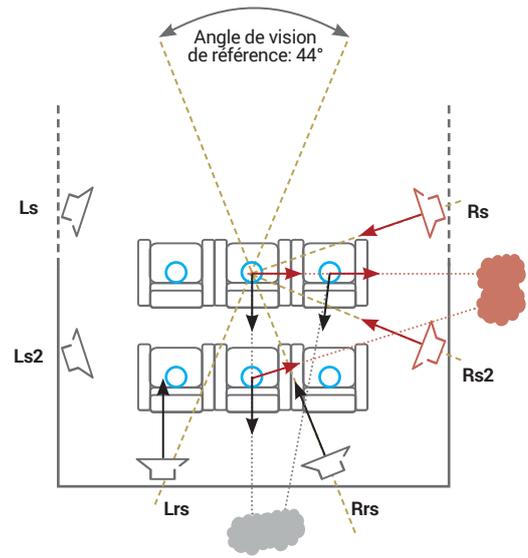
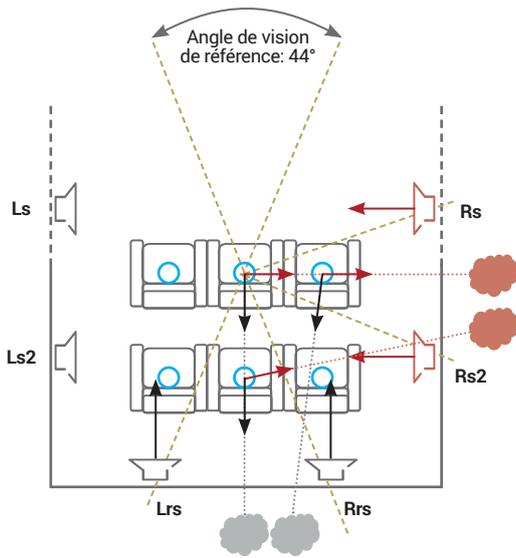
Dolby Atmos	Auro 3D	DTS:X 7.1.4	DTS:X 30.1
Ls1	Ls	Ls/Lss	Lss
Ls	Ls	Ls/Lss	Lss
Ls2	Ls	Ls/Lss	Ls
Rs1	Rs	Rs/Rss	Rss
Rs	Rs	Rs/Rss	Rss
Rs2	Rs	Rs/Rss	Rs
Lrs1	Ls	Ls/Lss	Ls
Lrs	Lb	Lsr	Lsr
Lrs2	Lb	Lsr	Lsr
Rrs1	Rs	Rs/Rss	Rs
Rrs	Rb	Rsr	Rsr
Rrs2	Rb	Rsr	Rsr
Lcs	Lb	Lsr	Lsr
Rcs	Rb	Rsr	Rsr
Cs	-	-	Cs

Règle 6 : Orientation optimale des enceintes

Plusieurs méthodes d'orientation des enceintes surround sont possibles suivant les exigences du projet et le budget. Elle reprennent largement les principes déjà décrits pour les enceintes frontales dans le chapitre précédent, en les adaptant.

Le montage en baffle plan est recommandé dans les projets où une intégration simple des enceintes est demandée, sans installation de systèmes de fixation complexes. Dans ce cas, cependant, la localisation et l'expérience immersive sera moins performante pour les spectateurs assis sur les côtés de la position d'écoute principale. Dans le cas d'une paire d'enceintes surround, aussi bien latérales (en rouge) qu'arrières (en noir), reproduisant le même signal, une source sonore virtuelle va

VUE DE DESSUS



se former exactement entre les deux enceintes. A cause de la directivité des enceintes surround, un auditeur assis à côté d'une enceinte va plus entendre cette enceinte en particulier, ce qui va causer un décalage de la localisation vers cette enceinte. Cette méthode d'orientation des enceintes est également très sensible à l'acoustique de la pièce étant donné que la majorité de l'énergie de l'enceinte est projetée directement sur le mur opposé, causant des réflexions latérales parasites et de la réverbération.

Orienter les enceintes vers le point d'écoute principal est recommandé si le projet permet d'intégrer un système de fixation ou si les enceintes sont déjà orientées. L'orientation des enceintes permet la meilleure localisation possible, immersion et balance tonale au point d'écoute principal tout en minimisant les aberrations de localisation pour les spectateurs situés sur les côtés. Cette méthode donne un résultat qui est (légèrement)

moins dépendant de l'acoustique de la pièce étant donné que l'énergie projetée en dehors de la zone d'écoute est minimisée.

Dans le cas particulier des enceintes surrounds, la méthode du "tir croisé" est pratiquement équivalente à orienter les enceintes vers le point d'écoute principal. Comme les enceintes surround sont proches du niveau de l'oreille et comme le point d'écoute principal est quelque part au milieu de la zone d'écoute, une enceinte dirigée vers le siège opposé verra son orientation également assez proche du point d'écoute principal.

Dans le prochain chapitre de ce document, nous présenterons nos recommandations pour l'utilisation et le placement à la fois des enceintes wides et en hauteur (par "en hauteur" on entend toutes les enceintes au dessus du plan d'écoute peu importe la nomenclature utilisée dans les différents formats).



Positions Recommandées des Enceintes Wides et En Hauteur

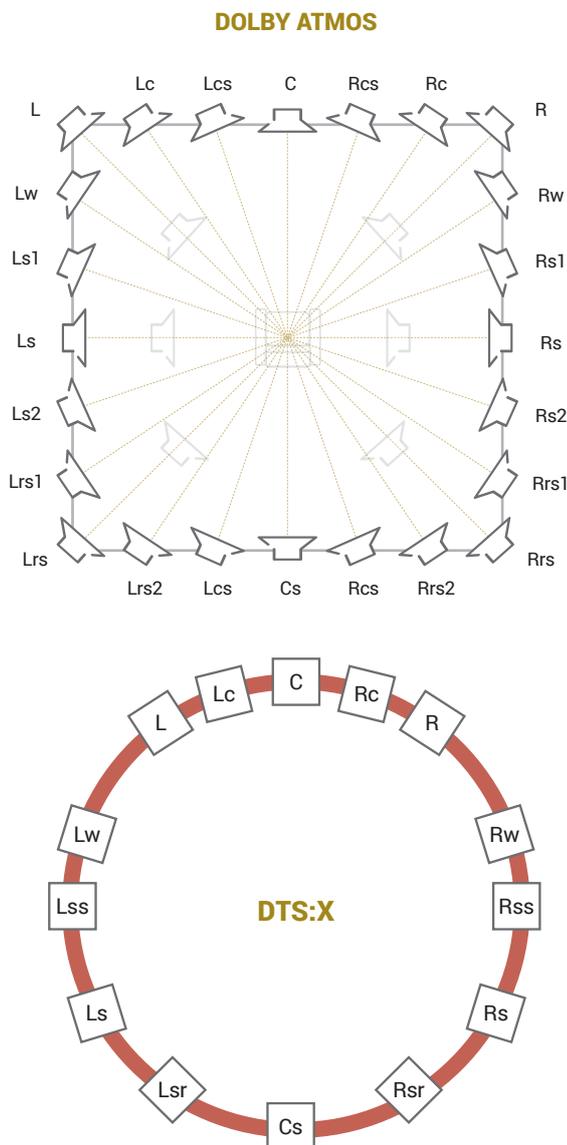


ENCEINTES WIDES ET EN HAUTEUR

RECOMMANDATION POUR LE PLACEMENT DES ENCEINTES WIDES

Nous allons maintenant aborder la catégorie d'enceinte qui semble le plus simple à placer : les enceintes wides. En effet, elles ont été conçues pour combler l'espace plutôt important entre les enceintes frontales et les premières enceintes surround.

Dolby et DTS recommandent tous les deux de placer les enceintes wide sur le plan d'écoute à $\pm 60^\circ$ par rapport à l'enceinte centrale.



Comme pour les enceintes frontales, il y a un consensus sur leur position.

Mais il faut se souvenir que toutes ces dispositions d'enceintes ont été conçues sur la base d'une unique position d'écoute principale (pour rendre plus facile les études et la mise au point de ces technologies)

Recommandation pour les salles cinéma haut-de-gamme

Comme déjà expliqué, le but de ces enceintes est de combler l'espace entre les enceintes frontales et les enceintes surround mais aussi d'élargir la scène sonore et de proposer ainsi de nouvelles possibilités aux créateurs de contenus. Cet espace pose un problème pour plusieurs raisons :

- La localisation humaine n'est pas très performante dans cette zone intermédiaire entre l'avant et les côtés.
- La localisation des images fantômes créés par une paire d'enceinte est plutôt efficace lorsque la tête de l'auditeur est orientée vers le centre entre les deux enceintes, ce qui n'est pas possible dans le contexte d'une salle de cinéma privée.
- L'angle entre les enceintes frontales (typiquement $\pm 22^\circ$ - 30°) en les enceintes latérales (typiquement $\pm 90^\circ$ - 100°) est extrêmement large et les images fantômes résultantes sont floues et instables.

Dans cette partie, on considère que les enceintes gauche et droite sont placées de manière optimale par rapport à l'écran et que les enceintes surrounds sont aussi placées de manière optimale par rapport à la zone d'écoute. Par conséquent, les enceintes wides doivent être placées pour faire le lien entre les enceintes frontales et les premières enceintes latérales (celles les plus proches de l'écran), sans tenir compte de l'écran ou de la zone d'écoute.

Ceci est atteint en plaçant les enceintes wides à l'angle médian entre les enceintes gauche et droite et les premières enceintes latérales correspondantes. L'angle médian est défini comme l'angle qui divise la distance entre l'enceinte gauche (ou droite) et la première enceinte latérale du même côté, en deux segments de longueur égale.

Imaginez dérouler un mètre ruban entre l'enceinte frontale gauche et la première enceinte latérale gauche. Dessinez une ligne depuis la position d'écoute principale jusqu'au milieu du mètre ruban et étendez-le jusqu'au mur. C'est l'angle médian.

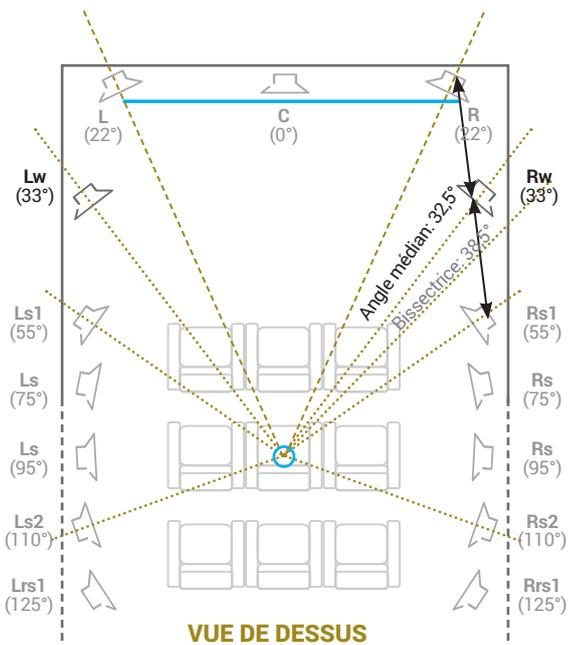
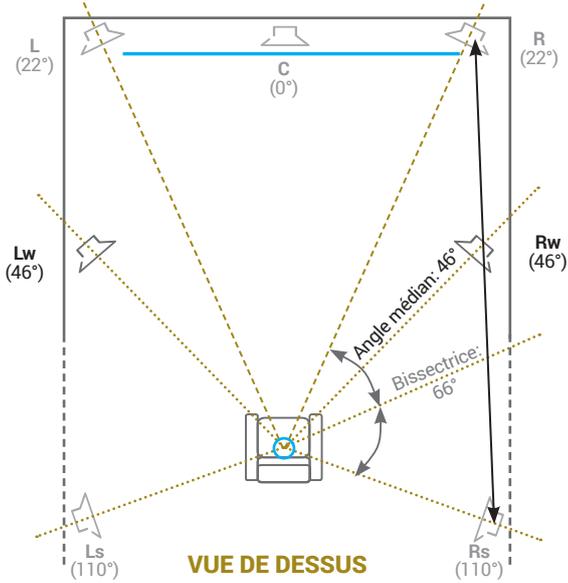
L'angle médian est préféré à la bissectrice qui divise l'angle entre les enceintes gauche/droite avec les premières enceintes latérales correspondantes en deux angles égaux. Bien que la bissectrice soit plus intuitive, l'angle médian a plusieurs avantages :

- La règle de l'angle médian ne positionne pas les enceintes wides trop près des enceintes latérales.
- La règle de l'angle médian est plus sensible à la distance réelle entre les enceintes gauche/droite et les enceintes latérales. Par exemple, pour un angle gauche/droite donné, les enceintes wides sont placées de manière optimale en se basant sur la distance réelle entre la zone d'écoute et l'écran, en opposition à une position fixe comme c'est le cas pour la règle de la bissectrice.

La règle de l'angle médian est illustrée dans les sections suivantes pour différents angles entre les enceintes gauche/droite et les enceintes surround.

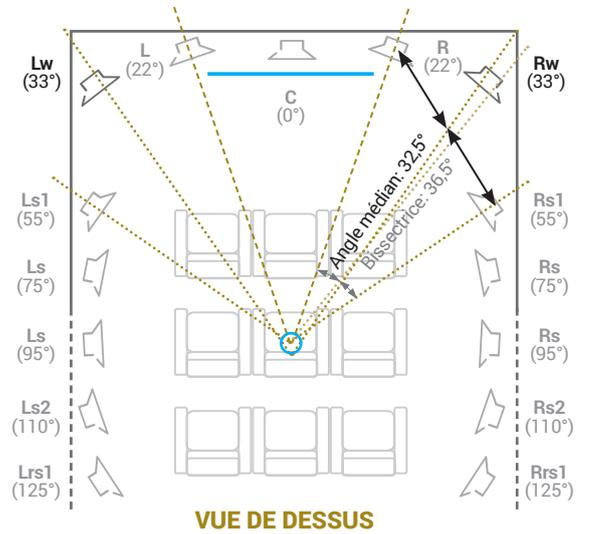
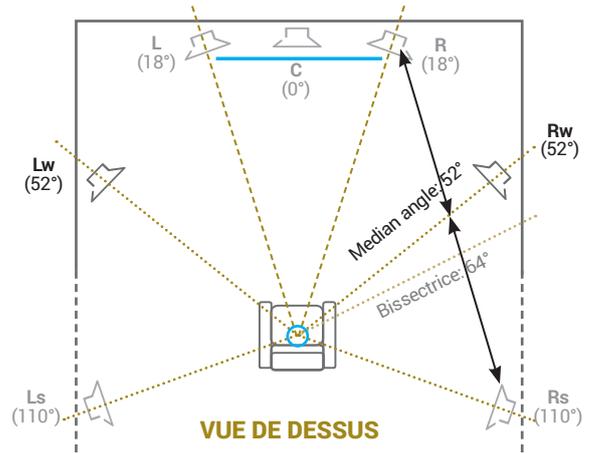
Angle gauche-droite normal
(angle de vision de référence de +/- 22°)

Les schémas suivants illustrent les positions des enceintes wides pour un angle gauche/droite standard de +/- 22° et deux situations : avec un nombre limité d'enceintes latérales et avec un nombre plus élevé d'enceintes latérales. La méthode de l'angle médian fournit une position plus intuitive que la méthode de la bissectrice.



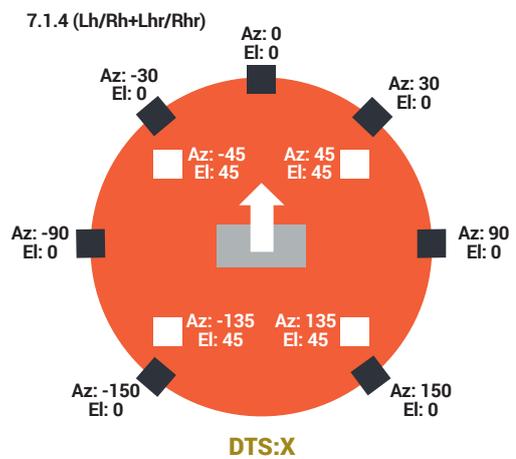
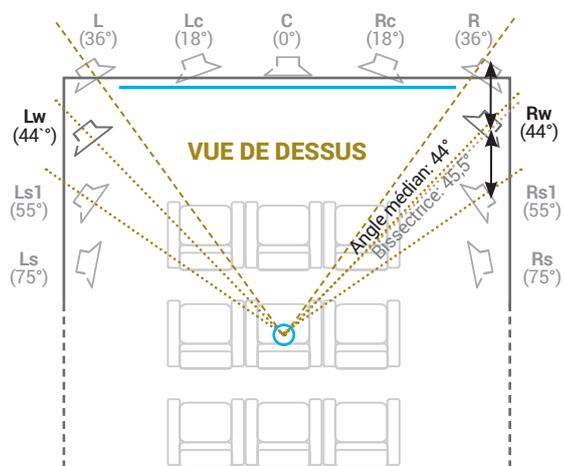
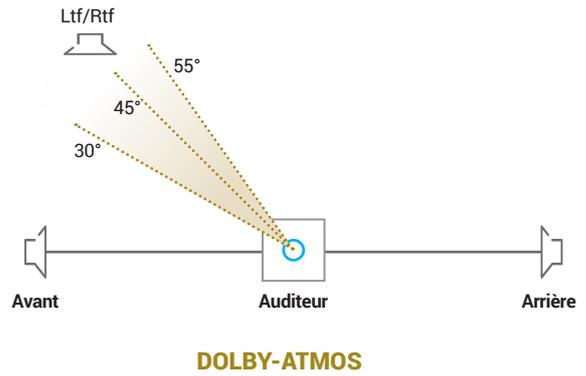
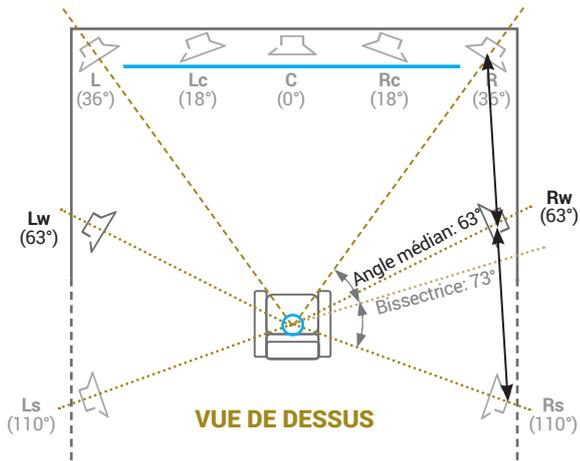
Angle gauche/droite étroit

Les schémas suivants illustrent les positions des enceintes wides pour un angle gauche/droite standard de +/- 18° et deux situations : avec un nombre limité d'enceintes latérales et avec un nombre plus élevé d'enceintes latérales. Ici aussi, la méthode de l'angle médian fournit une position plus intuitive que la méthode de la bissectrice.



Angle gauche/droit large

Les schémas suivants illustrent les positions des enceintes wides pour un angle gauche/droit standard de +/- 36° et deux situations : avec un nombre limité d'enceintes latérales et avec un nombre plus élevé d'enceintes latérales. Ici aussi, la méthode de l'angle médian fournit une position plus intuitive que la méthode de la bissectrice.

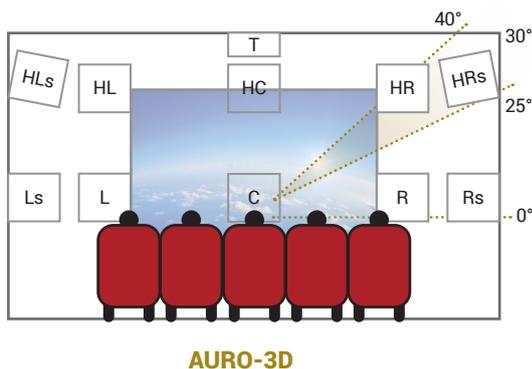


RECOMMANDATION POUR LE PLACEMENT DES ENCEINTES EN HAUTEUR

Il n'a pas plus grande disparité entre les trois formats audio immersifs que dans leurs recommandations pour le placement des enceintes en hauteur et/ou plafond. Pourtant, même ici, en se rappelant la philosophie des trois formats dans le domaine de l'immersion, on peut trouver des recommandations de placement qui conviendront aux trois contextes (notamment grâce à la technologie de remapping Trinnov).

Recommandations pour une seule position d'écoute

Nous allons déjà passer en revue les recommandations spécifiques fournies par les trois formats



Il faut noter que les angles d'élévations donnés par les trois formats ne peuvent pas être comparés directement étant donné qu'ils utilisent des systèmes de coordonnées différents.

- Auro 3D et DTS:X utilisent un système de coordonnées polaires dans lequel l'angle d'élévation est calculé relativement au plan horizontal : plus précisément, c'est l'angle entre la direction de l'enceinte et la projection de la direction de l'enceinte sur le plan horizontal. Le système de coordonnées polaires est idéal pour décrire des dispositions d'enceintes composées de plusieurs couches circulaires. Cette élévation est donnée indépendamment de l'angle horizontal (azimut).
- Dolby Atmos utilise un modèle avec une vue de côté dans lequel la direction 3D est projetée sur le plan médian (l'élévation est mesurée depuis la vue 2D de la pièce). Ce système de coordonnées est plus adapté pour la modélisation 2D comme il peut être mesuré directement sur un plan 2D. L'inconvénient est que pour localiser précisément une enceinte, azimut et élévation doivent être utilisées ensemble.

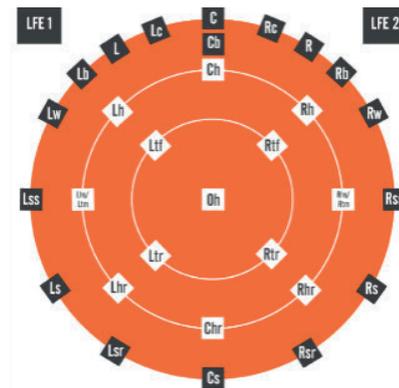
Pour pouvoir être comparées, les coordonnées polaires et les coordonnées cartésiennes de la boîte à chaussures (x,y,z) doivent être mutuellement converties en utilisant des méthodes de projection. La distinction entre la représentation polaire et la vue de côté doit seulement être faite pour l'angle d'élévation. Dans le cas des angles horizontaux, l'azimut dans la représentation polaire correspond à l'angle horizontal dans la vue de dessus.

Ce qu'il faut retenir de tout cela est de bien faire attention en comparant les angles recommandés qui ne sont, de fait, pas les mêmes.

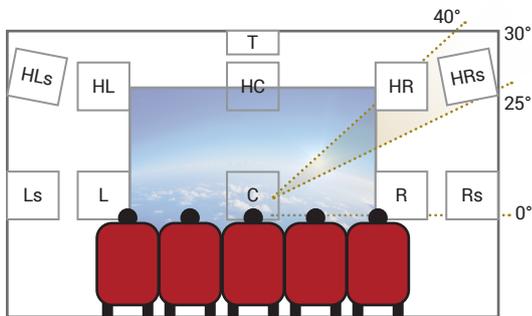
Deux niveaux d'enceintes en hauteur : Height et Top

Tous les formats ont des enceintes en hauteur avec de petits angles d'élévation et d'autres enceintes en hauteur avec de plus grands angles d'élévation. Dans le but de différencier ces deux catégories (ou couches) d'enceintes en hauteur, les trois formats partagent la même convention :

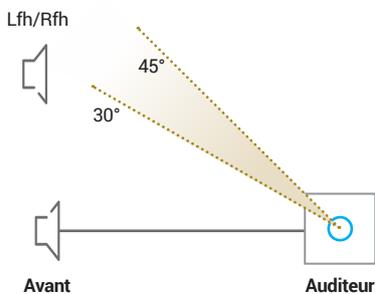
- Les enceintes en hauteur avec de petits angles d'élévation sont appelées enceintes "Height"
- Les enceintes en hauteur avec de grands angles d'élévation sont appelées enceinte "Top"



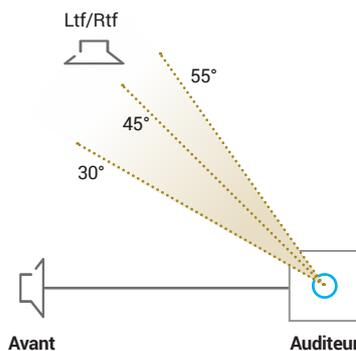
DTS:X / Enceintes Height et Top



AURO-3D / Enceintes Height



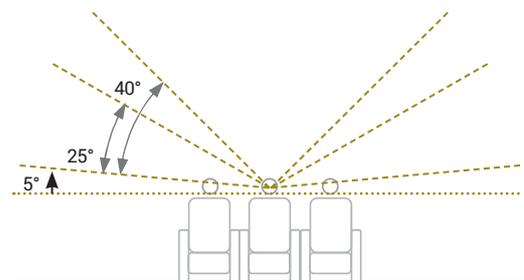
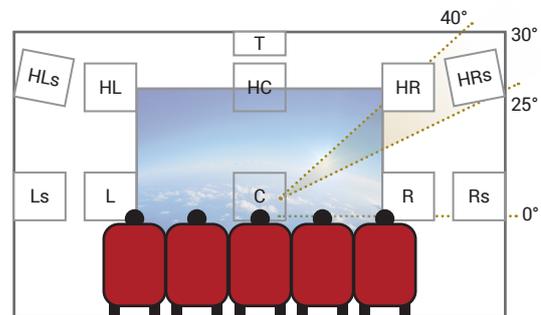
DOLBY-ATMOS / Enceintes Height



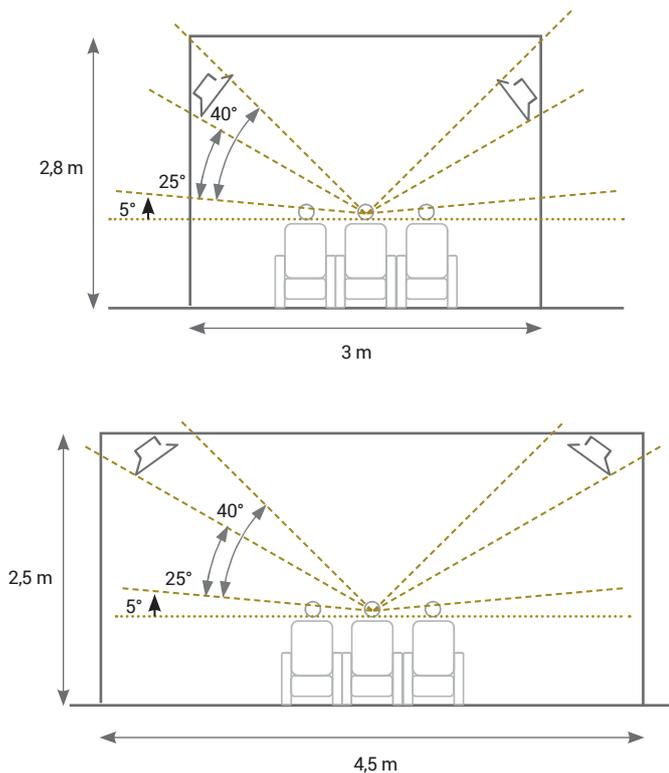
DOLBY-ATMOS / Enceintes Top

Enceinte murales vs. enceintes plafond en Auro-3D

Auro-3D recommande un angle d'élévation entre ses deux niveaux d'enceintes compris entre 25° et 40°, 30° étant optimal. Cet intervalle permet de construire une image sonore cohérente entre les deux niveaux. Ceci s'applique même si les enceintes latérales ont été surélevées de 5° pour permettre le dégagement des têtes.



Suivant la taille de la pièce (largeur et hauteur sous plafond), l'enceinte sera à installer soit sur le mur latéral, soit sur le plafond. Dans une application résidentielle avec des largeurs et hauteurs sous plafond classiques, les enceintes seront probablement positionnées au plafond.



RECOMMANDATIONS POUR PLUSIEURS POSITIONS D'ÉCOUTE

Règle 1 : Adapter le nombre d'enceintes en hauteur à la longueur de la zone d'écoute

Le nombre recommandé d'enceintes en hauteur est fonction de :

- La longueur de la zone d'écoute, il est relativement intuitif de penser qu'une longue zone d'écoute demandera plus d'enceintes en hauteur pour assurer une bonne couverture
- La distance entre le plan d'écoute et le plafond. Autrement dit, plus les auditeurs sont proches du plafond, plus le nombre d'enceintes augmente. Cela s'explique par le fait que lorsque un auditeur est proche d'une enceinte en hauteur en particulier, il est probable que cette enceinte devienne la source sonore dominante, transformant l'espace sonore en 3D en une source ponctuelle. La seule solution est d'utiliser plus d'enceintes qui vont servir d'autant de points d'ancrage pour l'image sonore 3D et diluer l'effet de proximité créé par une enceinte trop proche afin qu'il soit limité à une petite portion de l'image sonore. Ainsi une localisation précise et une expérience immersive restent possibles pour la plupart des auditeurs. De plus, pour s'assurer d'une image sonore en hauteur robuste pour tous les auditeurs, l'angle entre deux paires successives d'enceintes en hauteur ne doit pas dépasser les 60°, y compris pour les personnes assises au premier ou au dernier rang.

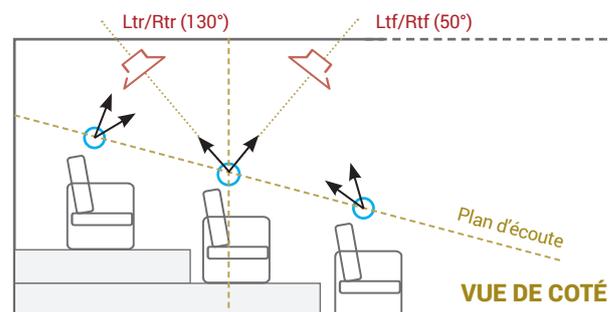
La situation est ici similaire à la personne qui est assise trop près de l'enceinte latérale gauche (Ls) comme décrit dans les parties précédentes de ce document. Si vous êtes trop proche d'une enceinte en particulier, le son de celle-ci va dominer ce que vous entendez et va distordre la perception du champ sonore. La solution est de répartir les objets sonores sur plus d'enceintes installées au plafond, et moins dépendre des sources fantômes. La résolution spatiale augmentée est alors profitable à tous les spectateurs de la pièce.

Règle 2 : Adapter le nombre d'enceintes en hauteur à la forme de la zone d'écoute

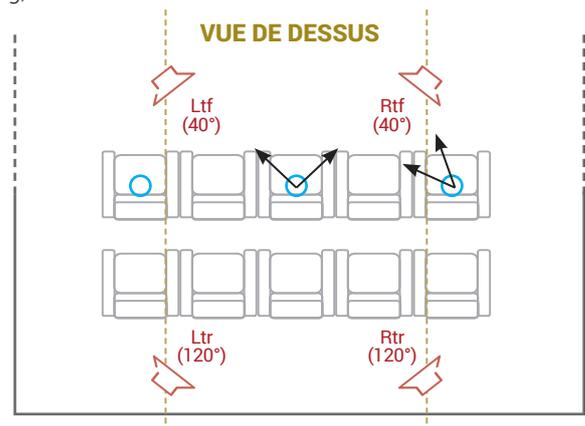
Le but fondamental d'une salle de cinéma privée immersive est de s'assurer que les spectateurs présents partagent la même expérience. Autrement dit, lorsqu'un effet est mixé en hauteur et à l'avant, chaque personne présente dans la salle doit le localiser comme provenant de cet endroit. Inversement, un effet mixé en hauteur et à l'arrière doit être perçu dans cette même direction. Cet objectif évident peut néanmoins ne pas être atteint si les positions des enceintes sont décidées uniquement par rapport au point d'écoute principal, en ignorant la longueur de la zone d'écoute.

Lorsque la zone d'écoute est très longue ou très large, et si les angles sont basés uniquement sur le point d'écoute principal, les enceintes en hauteur ne seront pas toutes localisées comme elles devraient depuis tous les sièges de la zone d'écoute. Les deux situations à absolument éviter sont :

- Lorsque la zone d'écoute est longue, il faut éviter de placer l'enceinte située à l'avant en élévation de manière à ce qu'elle soit perçue à l'arrière par le premier rang, et éviter de placer l'enceinte située à l'arrière en élévation de manière à ce qu'elle soit localisée à l'avant par le dernier rang. Comme illustré dans le schéma suivant, une enceinte Top Front positionnée à 50° et une enceinte Top Rear positionnée à 130° seront, respectivement, mal localisées par les premier et dernier rangs.

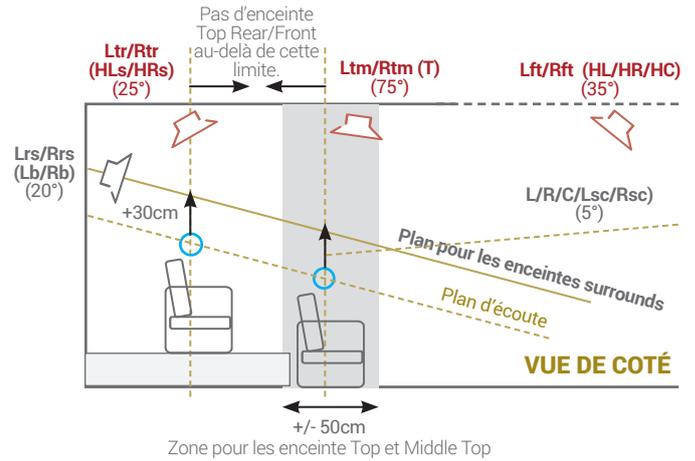


- Lorsque la zone d'écoute est large, il faut éviter de placer l'enceinte positionnée sur la droite en élévation de telle manière à ce qu'elle soit perçue à gauche par les spectateurs placés aux extrémités des rangs, et éviter de placer l'enceinte positionnée sur la gauche en élévation de telle manière qu'elle soit localisée à droite par les spectateurs placés aux extrémités des rangs. Comme illustré dans le schéma suivant, une enceinte Top Right sera mal localisée par les personnes assises à l'extrémité du rang, à droite.

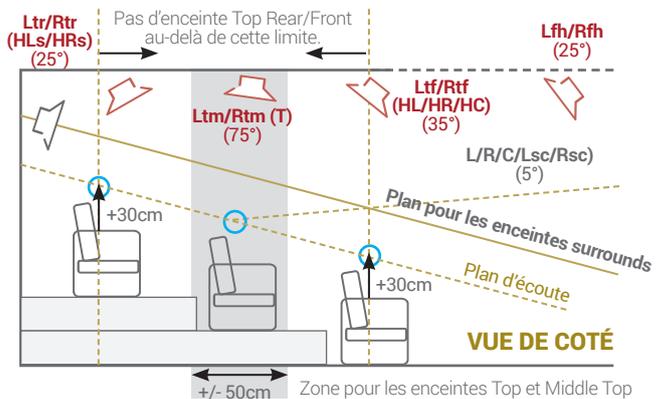


Dans une salle avec plusieurs rangées, les aberrations de localisation seront évitées pour tous les spectateurs si le placement de toutes les enceintes en hauteur est ajusté par rapport à la zone d'écoute suivant les recommandations suivantes :

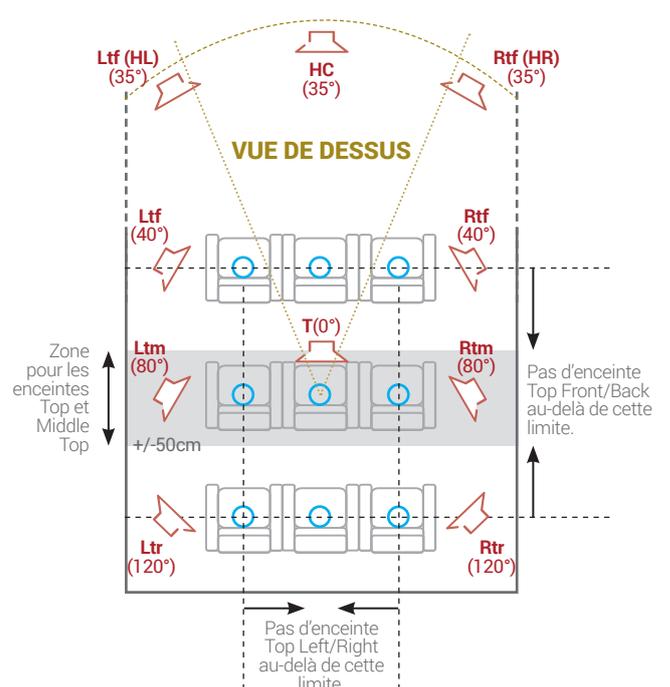
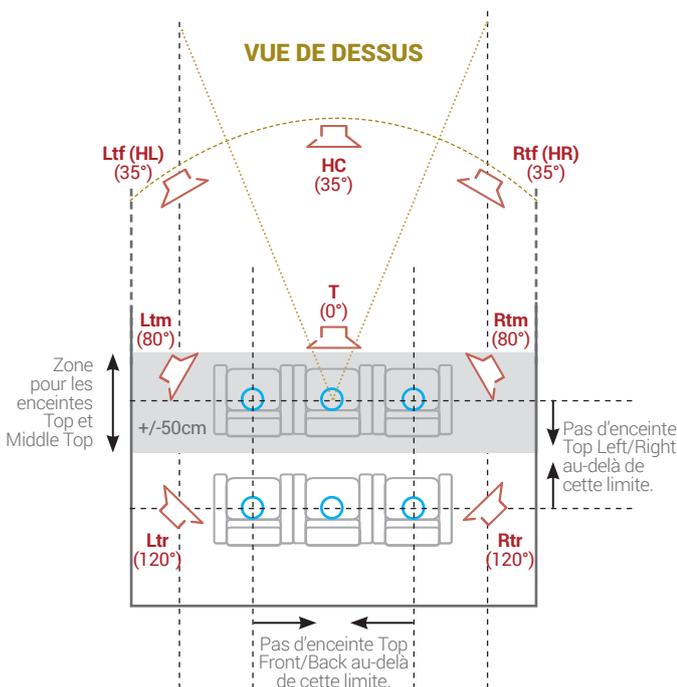
- **Toutes les enceintes positionnées à l'avant de la salle et en élévation doivent être à l'avant de la zone d'écoute.** Cette règle permet de s'assurer qu'aucun spectateur ne peut localiser incorrectement à l'arrière une telle enceinte.
- **Toutes les enceintes positionnées à l'arrière de la salle et en élévation doivent être en hauteur derrière la zone d'écoute.** Cette règle permet de s'assurer qu'aucun spectateur ne peut localiser incorrectement à l'avant une telle enceinte. Cette recommandation ne sera peut-être pas possible si le dernier rang est placé contre le mur arrière. Dans ce cas, il est préférable d'exclure le dernier rang de cette recommandation.
- **Toutes les enceintes positionnées sur la gauche de la salle en élévation doivent être à la gauche de la zone d'écoute.** Cette règle permet de s'assurer qu'aucun spectateur ne peut localiser incorrectement à droite une telle enceinte. Toutefois, si la zone d'écoute est pratiquement aussi large que la base de l'écran, la distance résultante entre les enceintes en élévations gauche et droite peut être excessive. Dans ce cas, il est préférable d'exclure les sièges situés aux extrémités des rangs.
- **Toutes les enceintes positionnées sur la droite de la salle en élévation doivent être à la droite de la zone d'écoute.** Cette règle permet de s'assurer qu'aucun spectateur ne peut localiser incorrectement à gauche une telle enceinte. Comme précédemment, les sièges situés aux extrémités des rangs peuvent être exclus de cette règle pour éviter une distance excessive entre les enceintes en élévation gauche et droite.



Dans le cas d'une zone d'écoute avec trois rangs, on peut définir les limites et zones d'exclusions suivantes :



Ces règles simples nous permettent de définir les limites et zones d'exclusion suivantes :

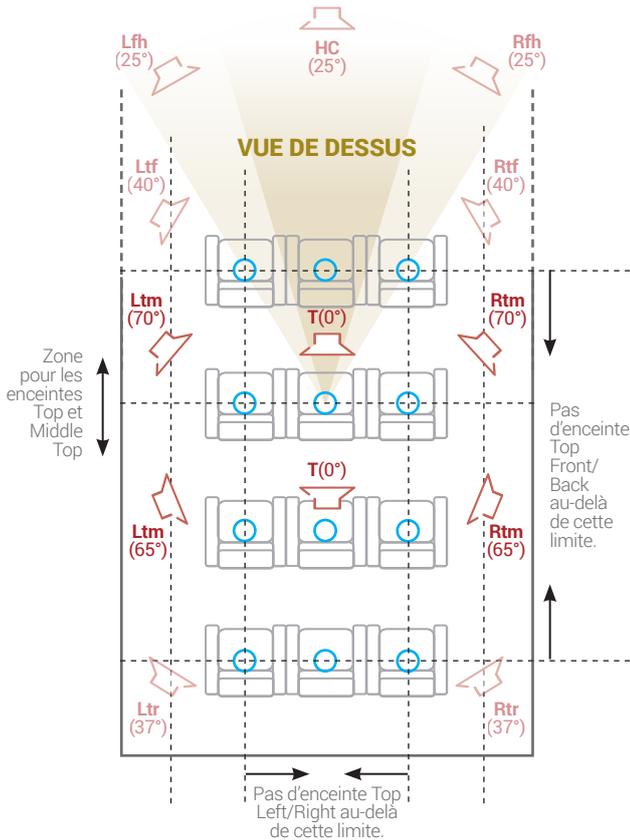
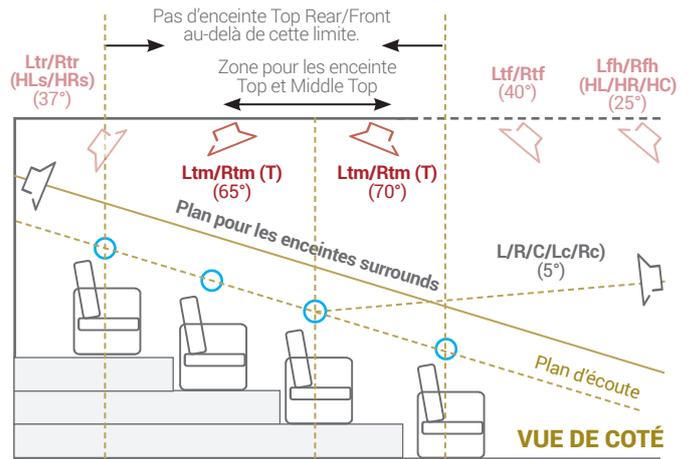


Mac Bee:
Meilleure salle de cinéma CEDIA Award 2015



Règle 3 : Pour les zones d'écoutes en longueur, faites un groupe d'enceintes en hauteur

Si la zone d'écoute est longue, l'angle entre toutes les enceintes en hauteur (Front Top, Top, Middle Top, et Rear Top) peut devenir nettement plus grand que l'angle entre les autres enceintes. Dans ce cas, il est recommandé de faire un groupe de plusieurs enceintes Top et Middle Top supplémentaires pour avoir une couverture plus uniforme. Ce réseau doit être réalisé avec une distribution du signal en puissance constante (là aussi, les processeurs Altitude font l'ajustement de manière automatique).

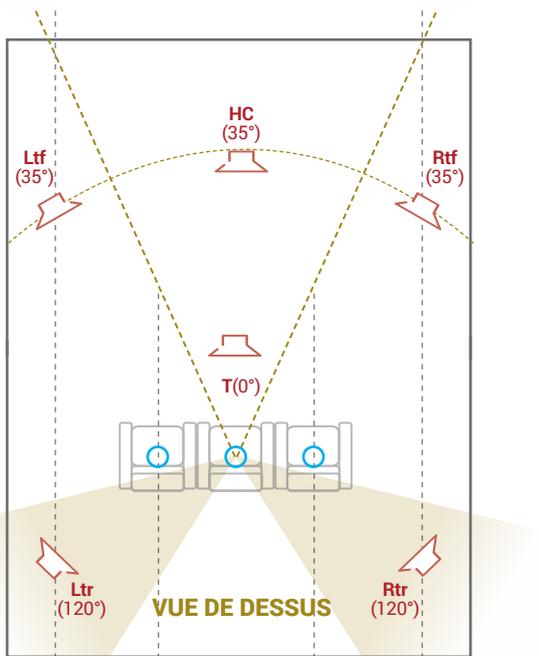
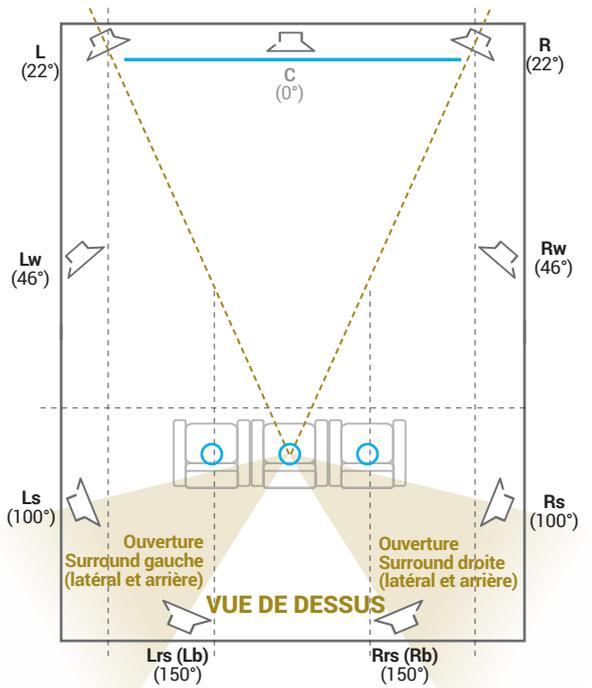


Règle 4 : Assurer une cohérence entre les différents niveaux d'enceintes

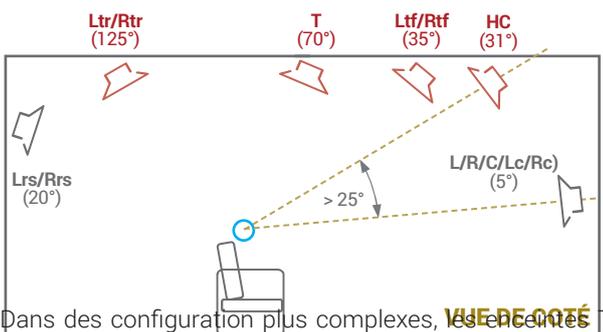
Même si les différents groupes d'enceintes ont besoin d'être définis suivant leurs fonctions et que leurs positions sont optimisées suivant des règles spécifiques, il est important que les différents niveaux d'enceintes soient liés entre eux pour réaliser une scène sonore 3D cohérente et unique. C'est une obligation pour Auro-3D où le niveau supérieur (en hauteur) doit être très similaire au niveau inférieur (au niveau des oreilles). Cependant, par design, il y a plus d'enceintes surround que d'enceintes en hauteur. Par conséquent, il n'est pas possible pour chaque enceinte surround d'être associée à une enceinte en hauteur correspondante. La cohérence entre les différents niveaux d'enceintes est réalisée grâce des groupes d'enceintes qui doivent couvrir la même ouverture horizontale.

- Dans une configuration où il y a seulement deux enceintes Top Rear, elles doivent être placées près du centre de l'ouverture formée par les enceintes surround. Dans une configuration aussi simple, les enceintes en hauteur avant ne sont pas disponibles et les Top Front sont utilisées pour reproduire les canaux Auro "Front Height" du moment que l'angle d'élévation entre les enceintes L/C/R et les enceintes Ltf/HC/Rtf est compris entre 25° et 40°



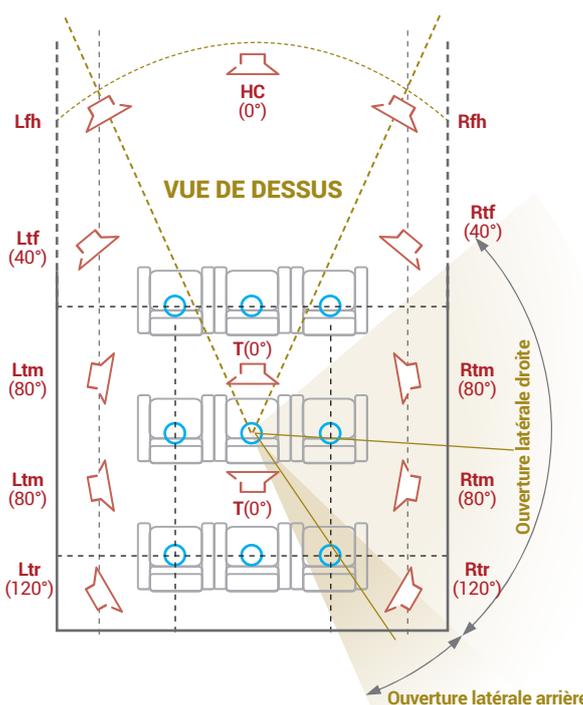
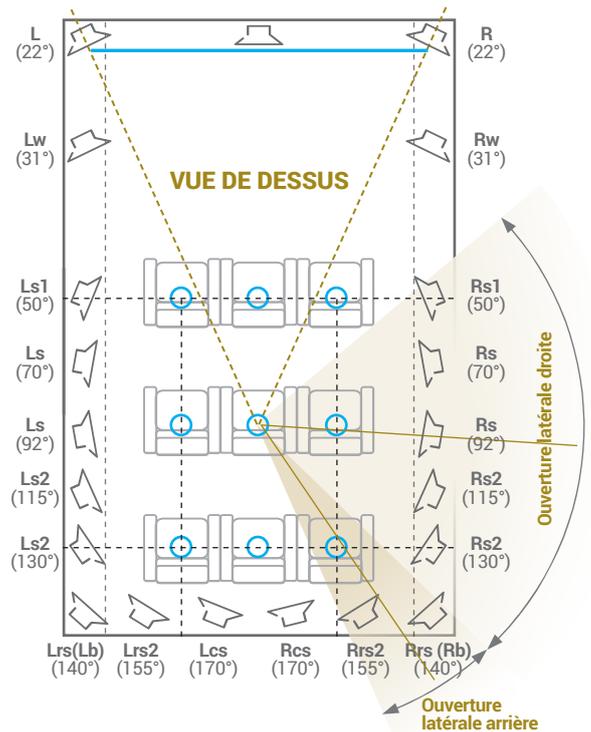


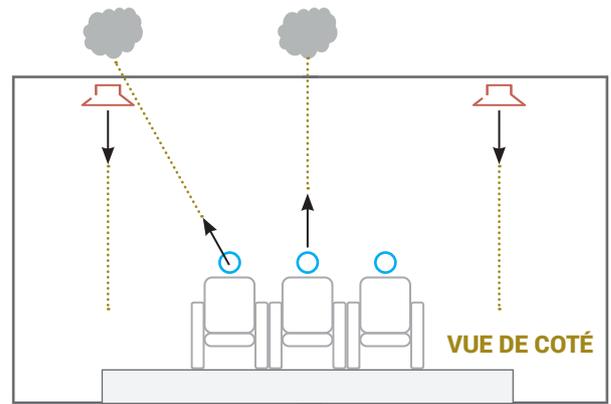
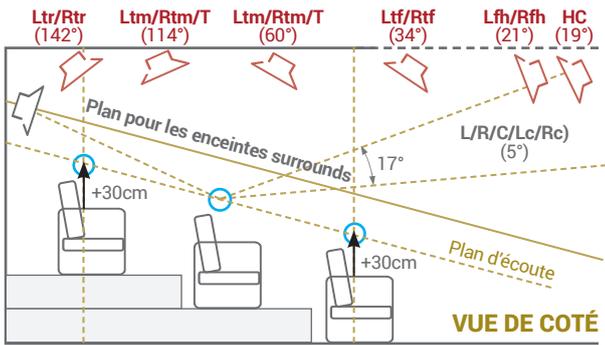
Ouverture Surround gauche (latéral et arrière) / Ouverture Surround droite (latéral et arrière)



Dans des configurations plus complexes, les enceintes Top Middle doivent former un niveau au-dessus des enceintes latérales, par conséquent les enceintes Top Middle sont placées dans l'ouverture horizontale créée par les enceintes latérales. De la même manière, les enceintes Top Rear doivent être placées un niveau au-dessus et dans l'ouverture horizontale créée par les enceintes arrière. Dans des configurations aussi complexes, les enceintes Front Height sont disponibles et peuvent être placées juste au-dessus de l'écran, du moment que l'angle d'élevation entre les enceintes L/C/R et les enceintes Lth/HC/Rth est supérieur à 15° et même de manière préférable supérieur à 20°.

Middle doivent former un niveau au-dessus des enceintes latérales, par conséquent les enceintes Top Middle sont placées dans l'ouverture horizontale créée par les enceintes latérales. De la même manière, les enceintes Top Rear doivent être placées un niveau au-dessus et dans l'ouverture horizontale créée par les enceintes arrière. Dans des configurations aussi complexes, les enceintes Front Height sont disponibles et peuvent être placées juste au-dessus de l'écran, du moment que l'angle d'élevation entre les enceintes L/C/R et les enceintes Lth/HC/Rth est supérieur à 15° et même de manière préférable supérieur à 20°.

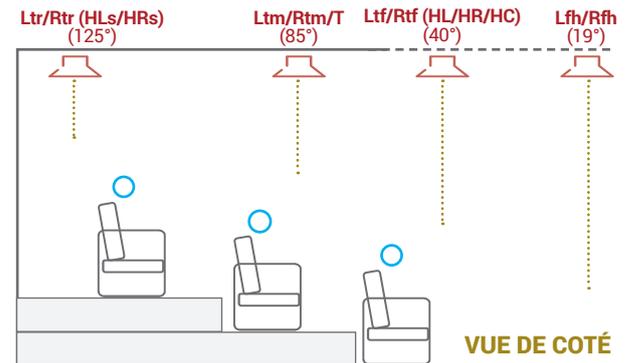




Règle 5 : Groupes d'enceintes recommandés pour optimiser l'utilisation des enceintes par tous les formats

Dolby Atmos propose jusqu'à 10 canaux discrets en hauteur, Auro-3D en propose 6, tandis que le DTS:X se limite à 4. Le DTS:X Pro quand à lui offre jusqu'à 13 canaux en hauteur. Dans les situations avec plus d'un auditeur, il est nécessaire de faire des groupes d'enceintes additionnelles pour s'assurer que l'image surround obtenue au point d'écoute principal est raisonnablement préservée sur toute la zone d'écoute. La topologie du groupe d'enceintes additionnelles suit la règle 2 pour s'assurer que les canaux latéraux complètent les canaux en hauteur d'une manière pertinente par rapport à la taille et à la forme de la zone d'écoute.

La correspondance des formats pour la mise en réseau des enceintes surrounds est présentée dans le tableau suivant.



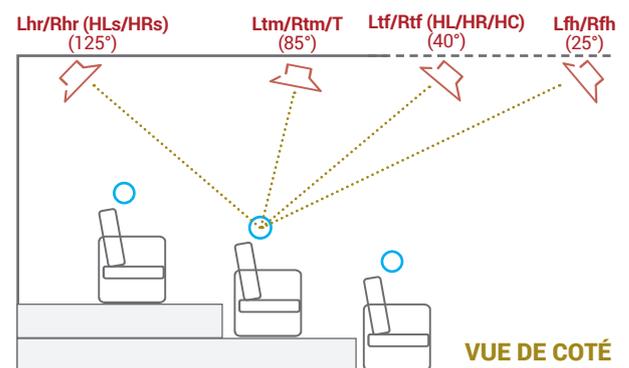
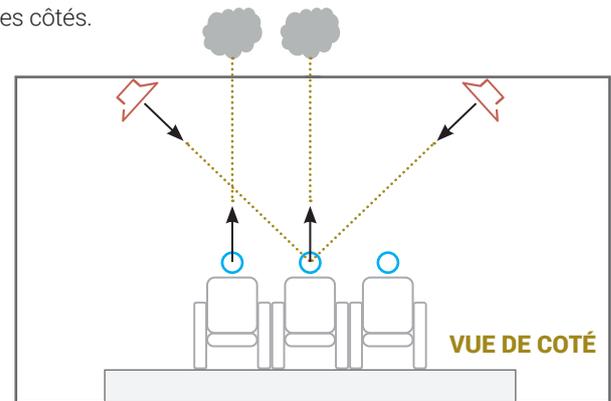
Dolby Atmos	Auro 3D	DTS:X 7.1.4	DTS:X 30.1
Lfh	HL	Lh / Ltf	Lh
Rfh	HR	Rh / Rtf	Rh
Ltf	HL	Lh / Ltf	Ltf
Rtf	HR	Rh / Rtf	Rtf
-	HC	-	Ch
Ltm	-	-	Lhs / Ltm
Rtm	-	-	Rhs / Rtm
-	T	-	Oh
Ltr	HLs	Lhr / Ltr	Ltr
Rtr	HRs	Rhr / Rtr	Rtr
Lrh	HLs	Lhr / Ltr	Lhr
Rrh	HRs	Rhr / Rtr	Rhr
-	-	-	Chr

Règle 6 : Optimal speaker orientation

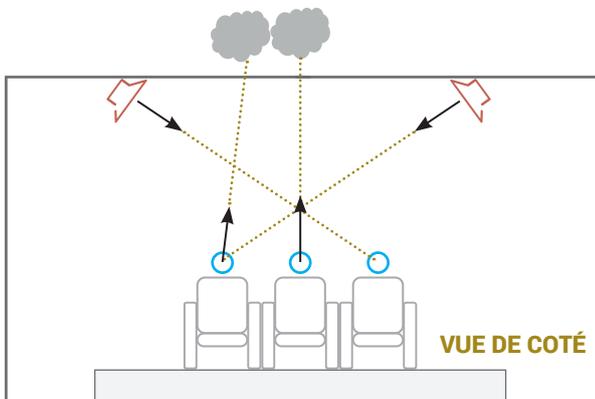
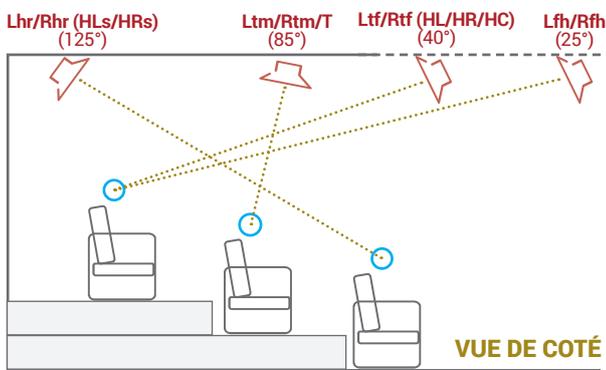
Plusieurs méthodes d'orientation des enceintes plafond sont possibles suivant les exigences du projet et le budget. La encore, elles reprennent largement les principes déjà décrits pour les enceintes frontales, latérales et arrières des chapitres précédent, en les adaptant.

Le montage en baffle plan est recommandé dans les projets où une installation simple des enceintes est demandée, sans installation de systèmes de fixation complexes. Dans ce cas, cependant, la localisation et l'expérience immersive sera moins performante pour les spectateurs assis sur les côtés de la position d'écoute principale. Il est relativement intuitif d'imaginer que pour des enceintes en hauteur gauche et droite qui reproduisent le même signal, une source sonore virtuelle va se former exactement entre les deux enceintes. A cause de la directivité de ces enceintes, un auditeur assis à côté de l'enceinte en hauteur gauche va plus entendre cette enceinte en particulier, ce qui va causer un décalage de la localisation vers la gauche.

Orienter les enceintes vers le point d'écoute principal est recommandé si le projet permet d'intégrer un système de fixation ou si les enceintes sont déjà orientées. L'orientation des enceintes permet la meilleure localisation possible, immersion et balance tonale au point d'écoute principal tout en minimisant les aberrations de localisation pour les spectateurs situés sur les côtés.



La méthode du tir croisé est recommandée pour atteindre la meilleure localisation et immersion pour tous les sièges, au détriment d'un léger compromis à la position d'écoute principale. Il est relativement intuitif d'imaginer que pour des enceintes en élévation gauche et droite qui reproduisent le même signal, une source sonore virtuelle va se former exactement entre les deux enceintes. A cause de la distance entre les enceintes en élévation gauche et droite, un auditeur assis à la gauche sera plus proche de l'enceinte en hauteur gauche (ce qui va aussi décaler l'image sonore vers la gauche) mais en même temps, cet auditeur sera plus dans l'axe de l'enceinte en hauteur droite et moins dans l'axe de l'enceinte en hauteur gauche, ce qui donnera un niveau perçu plus important pour l'enceinte droite. L'image sonore est ainsi stabilisée sur une plus grande zone d'écoute. La méthode en tir croisé demande des haut-parleurs choisis pour leur excellente directivité.



Comme mentionné dans les chapitres précédents, avoir un montage en angle tel que décrit ici est peu pratique, mais il existe des modèles d'enceintes disponibles avec des haut-parleurs orientés qui peuvent donner un résultat s'approchant des enceintes montées en angle comme illustrés dans les schémas. En effet, très peu d'enceintes ont un excellent niveau de performances en étant aussi hors-axe et la différence au niveau de l'image et de la qualité sonore est significative. Le but est d'avoir le meilleur son de chaque enceinte dans la zone d'écoute.

CONCLUSION

Une véritable expérience audio immersive est rendue possible grâce aux nouvelles pistes audio orientées-objet qui offrent une grande liberté artistique et capables d'une grande résolution spatiale. Alors que les technologies et les recommandations spécifiques peuvent sembler confuses au premier abord, nous espérons avoir été capables de partager une nouvelle façon de penser qui vous aidera à décider quelle est la meilleure option pour votre situation.

Il s'agit juste de quelques règles de bon sens que vous devez garder à l'esprit :

1. Pensez au placement des enceintes par rapport à la zone d'écoute, et pas seulement pour le point d'écoute principal. Tout le monde dans la pièce est important, et le but est d'avoir une expérience partagée.
2. Les plus grandes pièces ont probablement besoin de plus d'enceintes. Cependant, et moins intuitif, plus la zone d'écoute est grande par rapport à la pièce, plus vous avez besoin d'enceintes. Size does matter.
3. Les sons mixés à l'avant doivent être localisés à l'avant par tous les spectateurs, idem pour l'arrière et les côtés. Cette simple idée nous permet de définir des zones d'exclusion au-delà desquelles certaines enceintes ne doivent pas être installées.
4. Comme pour les lignes de vision pour la projection, des lignes d'écoute pour éviter le masquage par les têtes sont aussi importantes. Les salles de cinéma privées avec plusieurs rangs sont en général gradinées pour prendre en compte ces considérations.
5. En maximisant la différence entre les enceintes à niveau d'oreille et les enceintes en hauteur, et en restant cohérent avec l'idée des lignes d'écoute mentionnées ci-dessous, l'expérience immersive sera meilleure.

CRÉDITS ET REMERCIEMENTS

Entièrement pensées et rédigées (en anglais) dans leur version complète par Arnaud Laborie, PDG et fondateur de Trinnox, ces recommandations ont été adaptées pour une publication en 3 parties dans le magazine américain Widescreen Review par Jon Herron, dirigeant de Trinnox Inc. notre filiale américaine.

Adaptation et traduction Française : Alexandre Garcia
 Consultants : Christophe Menon, Arnaud Destinay
 Corrections : Marc-Etienne Huneau
 Conception et Réalisation : Benoit Munoz

ETAPES IMPORTANTES

20 ans de révolutions audio immersives

2001



PREMIERS RÉSULTATS EN AUDIO 3D

Arnaud, Sébastien et Rémy créent et testent avec succès une première chaîne d'enregistrement et reproduction audio 3D à haute résolution spatiale.

2004



PREMIER PRODUIT: UNE SOLUTION D'ENREGISTREMENT EN 5.1

Trinnov présente le tout premier microphone et système d'enregistrement en 5.1 à la 116^{ème} convention AES à Berlin.

IOSONO ET SONIC EMOTION

Première application commerciale de la synthèse à front d'onde (WFS) en Cinéma et Public Address. Première application commerciale de l'audio orienté objet (projet européen Caruso).

2008



L'OPTIMIZER EST ADOPTÉ PAR L'INDUSTRIE PRO AUDIO

Studios de post-production : Fox Studio (L.A), Radio France (Paris), France Télévision, SWR, ZDF, IRT (Allemagne), BBC (UK), RTBF (Belgique), Radio Canada, TSI (Suisse), NRK (Norvège), ORF (Australie) Globo TV (Brésil)

Studios de musique : McGill University, Vienna Fine Arts Academy (Autriche), Tonstudio Beusch (Suisse)



PREMIER PARTENARIAT OEM AVEC LE SHERWOOD NEWCASTLE R-972

Le premier produit grand public à incorporer l'Optimizer, dans une version limitée, a reçu d'excellentes critiques de la part des journalistes et audiophiles pour sa qualité sonore exceptionnelle.

2000



ircam
Centre
Pompidou

LES ORIGINES

Les futurs fondateurs de Trinnov Audio, Arnaud Laborie, Sébastien Montoya et Rémy Bruno décident de travailler ensemble sur des sujets de recherche en audio 3D.

2003



CRÉATION DE TRINNOV

Trinnov est l'abréviation de Tri-nnovation.

PREMIÈRE PUBLICATION A L'AES

Trinnov présente le premier article scientifique d'une longue série à la 114^{ème} convention AES à Amsterdam : "Une nouvelle approche de l'enregistrement du son surround", preprint 5717.

2005



SOLUTION DE MONITORING OPTIMIZER

Trinnov présente la technologie Optimizer comme une solution de monitoring immersive à la 118^{ème} convention AES à Barcelone.

AURO FORMAT 2+2+2 NHK FORMAT 22.2

Lors un atelier AES présenté par Wilfried Van Baelen et co-organisé par Arnaud Laborie (Trinnov) et Kimio Hamazaki (NHK), Auro lance son format 2.2.2. NHK présente également une proposition de disposition 22.2 pour leur standard UHDTV 8K (Super Hi-Vision).

2010



TRINNOV ST2 HIFI

Au salon Munich High-End, le processeur ST2-HiFi fait son apparition, et permet aux passionnés de HiFi de profiter pour la première fois de la technologie du couplage enceinte-pièce Optimizer.



TRINNOV ST2 & MC PRO

A la 128^{ème} convention AES à Londres, les processeurs ST2 et MC Pro sont lancés : une large gamme d'applications audio professionnelles en musique, radio, TV, production et post-production cinéma peuvent également bénéficier de la technologie Optimizer.

2012



TRINNOV MAGNITUDE

Les salles de cinéma privées devenant de plus en plus complexes, Trinnov innove et va bien au-delà des classiques systèmes audio 7.1. Le Magnitude offre en effet jusqu'à 32 canaux audio et permet de gérer simultanément groupes d'enceintes, enceintes multi-amplifiées et plusieurs caissons de graves.



PARTENARIAT AVEC IMMSOUND

La startup espagnole ImmSound lance son format audio 3D orienté objets avec 30 écrans, chacun utilisant un processeur Trinnov 24 canaux. La startup est rachetée par Dolby en 2012 et sa technologie est intégrée dans le programme Dolby Atmos.

2015



TRINNOV ALTITUDE³²

Lors du lancement du Dolby Atmos, tous les processeurs sont limités à une configuration en 7.1.4. L'Altitude³² fracasse cette limitation, pour établir un nouveau standard, encore inégalé aujourd'hui, pour les salles cinéma haut-de-gamme avec la possibilité d'avoir jusqu'à 32 canaux discrets Atmos.



DOLBY ATMOS & AURO 3D

En 2015, au salon ISE d'Amsterdam, la technologie de pointe de l'Altitude³² lui permet d'être le seul processeur capable de décoder, dans une même machine, les formats Dolby Atmos et Auro 3D.

2017



ALTITUDE¹⁶ & AMPLITUDE^{8m}

Le lancement de l'Altitude¹⁶, notre processeur le plus abordable, permet à un public plus large de profiter de la technologie et de la qualité sonore Trinnov. Celui-ci offre un niveau de performance strictement identique à l'Altitude³², mais dans une configuration fixe à 16 canaux. L'Amplitude^{8m}, un amplificateur de puissance 8 canaux, est son compagnon idéal.



DTS:X & ROON

Après avoir été utilisé par DTS comme plate-forme de développement pour la conception du DTS:X, l'Altitude³² devient le premier préamplificateur à supporter ce nouveau format audio immersif. Les Altitude³², Altitude¹⁶ et Amethyst sont mis à jour et officiellement certifiés compatibles Roon, proposant ainsi la meilleure expérience possible pour le streaming musical. La mise à jour est gratuite pour tous les clients Altitude existants.

2019



TRINNOV OVATION²

La nouvelle génération de processeurs dédiés au cinéma propose une utilisation simplifiée et encore plus de performances audio pour les cinémas commerciaux.



DTS:X PRO

Les Altitude³² et Altitude¹⁶ sont les premiers processeurs à supporter le DTS:X Pro avec l'Altitude³² capable de faire le rendu complet des 30.2 canaux. La mise à jour est gratuite pour tous les clients Altitude existants.

2013



TRINNOV OVATION

Trinnov lance son processeur dédié au cinéma numérique, et propulse le son cinéma à un niveau de qualité premium avec la technologie Optimizer.



2016



TRINNOV AMPLITUDE⁸

Le complément idéal de l'Altitude³². Avec deux blocs 4 canaux d'amplification dans un seul châssis, l'Amplitude⁸ délivre 500W en puissance continue sous 2 ohms avec tous les canaux en fonctionnement. Avec un gain adapté aux processeurs Altitude, il permet d'améliorer le signal sur bruit de 8 dB ainsi que la plage dynamique.



JBL SYNTHESIS SDP-75

JBL Synthesis et Trinnov sont partenaires pour proposer le processeur de référence de la gamme Synthesis. Fabriqué en OEM par Trinnov, le SDP-75 incorpore la plupart des possibilités de l'Altitude, avec des paramètres dédiés pour obtenir le meilleur des enceintes Synthesis.

2018



TRINNOV MC PRO HCC

La solution multicanale d'optimisation et monitoring Trinnov Optimizer devient plus versatile avec l'ajout de la compatibilité Audio sur IP via les technologies Dante, Ravenna et AES67.



ALTITUDE^{48Ext}

Augmentant encore l'avance entre l'Altitude et les processeurs concurrents, l'Altitude^{48Ext} étend les capacités de l'Altitude³² désormais capable de rendu natif et complet du format Dolby Atmos en 24.x.10, de 48 canaux discrets, et même de 64 canaux optimisés.

www.trinnov.com

TRINNOV AUDIO Headquarters- 5 rue Edmond Michelet - 93360 Neuilly-Plaisance
Phone: +33 (0)1 47 06 61 37

TRINNOV

 HIGH-END