

Technique de l'image, finalité cinématographie, première et deuxième années

Acoustique : questions d'examen

Les questions sont présentées par chapitre et en deux colonnes. La première colonne est relative à la piste verte du cours, la seconde à la piste rouge. Certaines questions appartiennent aux deux pistes, selon le niveau de détail exigé pour la réponse. La majorité des questions nécessitent des réponses courtes et précises (questions ponctuelles) ; d'autres demandent des développements plus longs (questions de compréhension). Lors de l'examen, les questions ponctuelles peuvent être regroupées pour donner naissance à une question de compréhension.

<u>Chapitre 1 : brève histoire de l'acoustique</u>	
Pas de question sur ce chapitre, purement documentaire.	
<u>Chapitre 2 : notions d'acoustique physique</u>	
Définissez le son en tant qu'onde. Distinguez clairement le mouvement de l'onde des mouvements du milieu dans lequel elle se propage.	
Décrivez (à l'aide de schémas et de mots) la nature des ondes acoustiques, selon le milieu de propagation. Comparez cette nature à la nature des ondes électromagnétiques.	
Décrivez précisément la nature des ondes acoustiques dans l'air.	
Définissez la notion de pression acoustique, d'élongation et de vitesse acoustique, et donnez les limites des pressions audibles par l'oreille.	
	Lors de la propagation d'un son dans un milieu, quelles grandeurs physiques obéissent à l'équation générale des ondes ? Expliquez le sens de cette équation.
	Définissez le caractère adiabatique de la propagation du son dans un milieu.
Donnez en expliquant le sens de chaque symbole la formule permettant de calculer la célérité du son dans un milieu quelconque.	
Définissez le module de compressibilité d'un milieu. Donnez pour chaque état de la	

matière un ordre de grandeur pour cette variable.	
Etant donné le module de compressibilité et la densité d'un milieu, calculez la vitesse du son dans ce milieu.	
	Définissez le module de Young d'un solide et donnez sa relation avec le module de compressibilité.
Donnez la formule théorique permettant de calculer la célérité du son dans un gaz parfait. Expliquez le sens de chaque symbole. Savoir appliquer cette formule à un cas pratique.	
	Etablissez la formule théorique permettant de calculer la célérité du son dans un gaz parfait.
Un exercice du type de ceux figurant au paragraphe 1.3.5	
Définissez et caractérisez la représentation temporelle du signal sonore.	
Distinguez son et bruit.	
Définissez les notions de période, de fréquence et de longueur d'onde pour un phénomène vibratoire. Pour le son, donnez les plages de fréquences audibles.	
Donnez et expliquez la relation fondamentale liant longueur d'onde et fréquence. Savoir l'appliquer à un cas pratique dans le cas du son.	
Définissez la notion de son simple (ou son pur) et la notion de son composé.	
Donnez l'expression mathématique du son pur. Calculez sa période et sa fréquence en fonction de sa pulsation et de son nombre d'onde.	
A quels caractères du son sont associés la fréquence et l'amplitude d'un son pur ? Expliquez.	
Enoncez et expliquez (à l'aide de mots et de formules) le théorème de décomposition spectrale de Fourier.	
Distinguez les deux utilisations du théorème de Fourier et donnez une illustration pour chaque utilisation.	
Distinguez les sons harmoniques et les sons inharmoniques.	
Définissez le bruit ou son bruité.	

Un exercice du type de ceux figurant au paragraphe 1.4.7	
Définissez le timbre d'un son complexe.	
	Énoncez la loi d'Ohm relative au timbre.
Définissez le sonogramme.	
Comparez les trois types de représentations du signal sonore.	
Définissez pour une grandeur physique (par exemple la pression ou la vitesse acoustique) la notion de valeur quadratique moyenne. Donnez la relation entre cette valeur quadratique moyenne et l'amplitude dans le cas d'un son pur.	
Définissez la notion d'impédance acoustique d'un milieu. Quel est le sens physique de cette variable ? Quelle est son unité ? Quelle est l'analogie avec l'électricité ?	
Donnez la formule permettant de calculer l'impédance acoustique. Expliquez chaque symbole intervenant dans cette formule. Savoir l'appliquer pour calculer l'impédance d'un milieu quelconque.	
Définissez la notion de puissance acoustique d'un son. Quelle est la formule de définition de cette grandeur ? Quelle est son unité ? Quelle formule permet de la calculer ? Donnez les limites de puissances acoustiques audibles.	
Définissez la notion d'intensité acoustique d'un son. Quelle est la formule de définition de cette grandeur ? Quelle est son unité ? Quelle formule permet de la calculer ? Donnez les limites d'intensités acoustiques audibles.	
Quelle est la motivation de l'introduction en acoustique de niveaux pour mesurer la « force » des sons ? Sur quelle loi physiologique peut-on s'appuyer pour motiver la définition mathématique des niveaux ?	
Définissez les niveaux relatifs en intensité, en puissance, et en pression (mots, formule). Savoir appliquer ces formules pour calculer un niveau relatif.	
A quel niveau relatif correspond un doublement de la puissance ou de l'intensité ou de la pression acoustique ? Justifiez par un calcul.	
Définissez les niveaux absolus en intensité, en puissance, et en pression (mots, formule). Savoir appliquer ces formules pour calculer un niveau absolu.	
Définissez précisément (à l'aide de mots,	

d'un graphique et de formules) le bruit blanc.	
Définissez précisément (à l'aide de mots, d'un graphique et de formules) le bruit rose.	
Donnez les caractéristiques générales d'une onde acoustique plane. Que vaut la puissance acoustique, l'intensité acoustique, la pression acoustique pour une onde acoustique plane ?	
Donnez les caractéristiques générales d'une onde acoustique sphérique. Que vaut la puissance acoustique, l'intensité acoustique, la pression acoustique pour une onde acoustique sphérique ?	
Définissez le caractère omnidirectif pour une source. Que vaut l'intensité d'une source omnidirective à une distance r de la source ?	
Définissez le caractère directif d'une source. Définissez et calculez l'intensité moyenne et l'intensité dans l'axe d'une source directive.	
Définissez le facteur et l'indice de directivité d'une source.	
Donnez (sans la démontrer) la formule permettant de calculer le niveau d'intensité d'une source omnidirective à une distance r de la source (en champ libre).	
	Définissez le facteur d'encastrement pour une source.
	Démontrez la formule permettant de calculer le niveau d'intensité d'une source omnidirective à une distance r de la source (en champ libre ou encadrée).
Un exercice du type de ceux figurant au paragraphe 2.5.4	
Définissez la notion de sources corrélées et de sources non corrélées.	
Calculez numériquement le niveau global produit par deux sources non corrélées en champ libre.	
	Établissez la formule générale du niveau global résultant de l'addition de deux sources non corrélées en champ libre.
Décrivez à l'aide d'un graphique le niveau global produit par deux sources non corrélées fonctionnant simultanément, en fonction du niveau d'une des deux sources.	
	Établissez la formule générale du niveau global résultant de l'addition de n sources non corrélées en champ libre.
	Décrivez l'addition de sources corrélées.
Un exercice du type de ceux figurant au paragraphe 2.6.3	
Décrivez qualitativement le phénomène de superposition de deux ondes harmoniques	

de même fréquence et de même direction.	
	Calculez dans le cas général l'amplitude et la phase d'une onde harmonique résultant de la superposition de deux vibrations de même fréquence, de même direction.
Décrivez qualitativement le phénomène d'interférences pour deux ondes acoustiques. Donnez-en une application.	
	Etudiez le phénomène d'interférences, résultant de la superposition de deux vibrations de même fréquence, de même direction, initialement synchrones. Trouvez la position des ventres et des nœuds.
Décrivez qualitativement le phénomène de battement pour deux ondes acoustiques. Donnez-en une application.	
	Etudiez théoriquement le phénomène de battement; en particulier, calculez la période du battement.
Décrivez qualitativement le phénomène d'onde stationnaire dans un milieu à une dimension.	
	Etudiez théoriquement le phénomène d'onde stationnaire pour une corde vibrante fixée à ses deux extrémités. Trouvez la formule des fréquences, et la position des ventres et des nœuds de l'onde stationnaire.
Décrivez (à l'aide de mots, de formules et de schémas) les ondes stationnaires qui peuvent s'établir dans une corde fixée à ses deux extrémités. Donnez la formule des fréquences, et représentez la position des ventres et des nœuds des ondes stationnaires.	
Décrivez (à l'aide de mots, de formules et de schémas) les ondes stationnaires qui peuvent s'établir dans une corde fixée à une seule extrémité. Donnez la formule des fréquences, et représentez la position des ventres et des nœuds des ondes stationnaires.	
Décrivez (à l'aide de mots, de formules et de schémas) le phénomène d'onde stationnaire pour un tuyau sonore ouvert aux deux extrémités. Donnez la formule des fréquences, et la position des ventres et des nœuds de l'onde stationnaire.	
Décrivez (à l'aide de mots, de formules et de	

schémas) le phénomène d'onde stationnaire pour un tuyau sonore ouvert à une seule extrémité. Donnez la formule des fréquences, et la position des ventres et des nœuds de l'onde stationnaire.	
	Expliquez intuitivement la formule permettant de calculer la fréquence des ondes stationnaires pour un tuyau sonore fermé-ouvert et un tuyau fermé-fermé.
Décrivez qualitativement les ondes stationnaires produites dans un milieu bidimensionnel.	
Décrivez qualitativement l'effet Doppler dans le cas d'une source sonore mobile, qui s'approche ou qui s'éloigne du récepteur fixe.	
Décrivez qualitativement l'effet Doppler dans le cas d'un récepteur mobile, qui s'approche ou s'éloigne de la source fixe.	
Décrivez le phénomène d'écoulement sonore.	
	Expliquez à l'aide d'une formule générale pour l'effet Doppler les variations de fréquences du son observées dans les cas particuliers précédents.
Donnez des illustrations de l'effet Doppler.	
Chapitre 3 : production du son par les instruments de musique	
Définissez et donnez les caractéristiques générales des instruments de musique.	
Définissez et distinguez les deux parties essentielles de tout instrument de musique. Donnez des exemples.	
	Citez et détaillez les principaux facteurs de qualité d'un instrument de musique.
	Détaillez les trois champs de liberté d'un instrument de musique.
Classez les instruments en deux catégories selon le type d'excitations. Donnez des exemples.	
Classez les instruments de musique par familles. Présentez chaque famille, distinguez exciteur et corps sonore, donnez des exemples. Illustrez chaque famille à l'aide de sonogrammes.	
	Décrivez la directionnalité des instruments

	de musique.
	Définissez et décrivez la tessiture et le contenu spectral des instruments de musique.
	Définissez et décrivez la dynamique des instruments de musique.
	Définissez et décrivez le timbre des instruments de musique.
Chapitre 4 : les oscillateurs	
Pour un élément pouvant présenter des oscillations mécaniques, quelle est la cause du mouvement et quel est l'effet ?	
Décrivez les trois composants principaux qui peuvent composer un oscillateur mécanique.	
Pour un élément amortisseur (ou résistant), précisez (avec des mots et une formule) la forme de la force, cause du mouvement ; définissez la résistance de l'élément, et déduisez le déphasage entre la cause et l'effet dans le cas d'une oscillation sinusoïdale de l'élément. Décrivez l'effet énergétique d'un élément amortisseur.	
Pour un élément de masse, précisez (avec des mots et une formule) la forme de la force, cause du mouvement ; définissez la masse inerte de l'élément, et déduisez le déphasage entre la cause et l'effet dans le cas d'une oscillation sinusoïdale de l'élément. Décrivez l'effet énergétique d'un élément de masse.	
Pour un élément élastique, précisez (avec des mots et une formule) la forme de la force, cause du mouvement ; définissez la raideur et la compliance de l'élément, et déduisez le déphasage entre la cause et l'effet dans le cas d'une oscillation sinusoïdale de l'élément. Décrivez l'effet énergétique d'un élément élastique.	
Décrivez en général (à l'aide d'un schéma et de mots) un système mécanique pouvant présenter un mouvement oscillatoire harmonique. Écrivez son équation de la dynamique, décrivez sa solution (formule et graphique), et donnez la fréquence propre d'oscillation du système. Pourquoi qualifie-t-on ce système de non dispersif ou de conservatif ? Donnez un exemple de système mécanique pouvant présenter un mouvement oscillatoire harmonique.	
Décrivez en général (à l'aide d'un schéma et de mots) un système mécanique pouvant présenter un mouvement oscillatoire amorti. Écrivez son équation de la dynamique ; discutez la nature du mouvement obtenu selon la valeur du coefficient de frottement, et décrivez (en mots et graphiquement) les solutions possibles. Pourquoi qualifie-t-on ce système de dispersif ou de non conservatif ? Donnez un exemple de système mécanique pouvant présenter un mouvement oscillatoire amorti.	
Décrivez en général (à l'aide d'un schéma et de mots) un système mécanique pouvant présenter un mouvement oscillatoire forcé. Écrivez son équation de la dynamique. Détaillez la forme de la solution générale du mouvement oscillatoire forcé. À quoi se réduit cette solution plus ou moins rapidement ?	
Décrivez qualitativement le phénomène de résonance pour l'oscillateur forcé. Discutez	

(à l'aide de formules et de mots) les caractéristiques du mouvement forcé (amplitude et phase de l'élongation par rapport à la force excitatrice) en fonction de la pulsation de la force excitatrice. Décrivez l'effet du frottement sur le phénomène de résonance.	
	Etablissez les équations régissant le phénomène de résonance pour l'oscillateur forcé. Calculez l'impédance mécanique, l'amplitude et la phase de l'élongation par rapport à la force excitatrice, en fonction des caractéristiques de l'oscillateur et des caractéristiques de la force excitatrice (pulsation et amplitude).
Donnez une illustration du phénomène de résonance.	
	Décrivez dans les grandes lignes (et en procédant par analogie avec les oscillateurs mécaniques) les oscillateurs électriques et les oscillateurs acoustiques (harmonique, amorti et forcé).
Chapitre 5 : les microphones	
Définissez un microphone en général et expliquer sa fonction. Comparez à la fonction du haut-parleur.	
Classer les différents types de microphones selon leurs utilisations, leurs modes de conversion, leur type de directivité, leur mode d'action ou mode d'attaque du diaphragme.	
Définissez la sensibilité d'un microphone et donnez en l'unité et l'ordre de grandeur.	
Définissez le niveau de sensibilité d'un microphone et donnez en l'unité et l'ordre de grandeur, pour un microphone très sensible, sensible et peu sensible.	
Définissez la courbe de réponse en sensibilité d'un microphone ; quelle serait la courbe idéale ?	
Définissez (à l'aide d'un schéma et de mots) la notion de bande passante pour un microphone.	
Définissez et donnez un exemple de diagramme polaire pour un microphone.	

Comment lit-on ce type de diagramme ?	
	Dessinez qualitativement un exemple de diagramme polaire pour des microphones omnidirectionnels, bidirectionnels et unidirectionnels.
Expliquez comment la directivité d'un micro a un effet sur le plan sonore. Définissez le facteur de distance pour un micro directionnel.	
Détaillez les différents modes d'action (ou modes d'attaque) pour les microphones.	
Détaillez (à l'aide de mots et de formules) les deux types de conversion électromécaniques.	
Expliquez en détails (à l'aide de schémas, de mots et de formules) le principe général de fonctionnement du microphone à pression.	
Quel doit être le facteur dominant l'impédance mécanique pour un microphone à pression dans le cas d'une conversion en vitesse ? Pourquoi ? Où la fréquence de résonance doit-elle se trouver par rapport aux fréquences extrêmes fixant la bande passante du microphone ? Quel est le déphasage entre la tension électrique et la pression acoustique ?	
	Donnez la relation permettant de calculer la tension de sortie et la sensibilité d'un microphone à pression, dans le cas d'une conversion en vitesse. Justifiez les réponses aux sous-questions de la question précédente à l'aide des formules.
Quel doit être le facteur dominant l'impédance mécanique pour un microphone à pression dans le cas d'une conversion en élongation ? Pourquoi ? Où la fréquence de résonance doit-elle se trouver par rapport aux fréquences extrêmes fixant la bande passante du microphone ?	
	Donnez la relation permettant de calculer la tension de sortie et la sensibilité d'un microphone à pression, dans le cas d'une conversion en élongation. Justifiez les réponses aux sous-questions de la question précédente à l'aide des formules.
Expliquez en détails (à l'aide de schémas et de mots) le principe général de fonctionnement du microphone à gradient de pression. Donnez la relation entre force instantanée et le gradient de pression et déduisez en la relation entre force moyenne et pression	

quadratique moyenne.	
Quel doit être le facteur dominant l'impédance mécanique d'un microphone à gradient de pression dans le cas d'une conversion en vitesse ? Pourquoi ? Où la fréquence de résonance doit-elle se trouver par rapport aux fréquences extrêmes fixant la bande passante du microphone ?	
	Donnez la relation permettant de calculer la tension de sortie et la sensibilité d'un microphone à gradient de pression, dans le cas d'une conversion en vitesse. Justifiez les réponses aux sous-questions de la question précédente à l'aide des formules.
Quel doit être le facteur dominant l'impédance mécanique d'un microphone à gradient de pression dans le cas d'une conversion en élongation ? Pourquoi ? Où la fréquence de résonance doit-elle se trouver par rapport aux fréquences extrêmes fixant la bande passante du microphone ?	
	Donnez la relation permettant de calculer la tension de sortie et la sensibilité d'un microphone à gradient de pression, dans le cas d'une conversion en élongation. Justifiez les réponses aux sous-questions de la question précédente à l'aide des formules.
	Expliquez en quoi consiste l'effet de proximité pour un microphone à gradient de pression.
	Décrivez la bande passante du microphone à gradient de pression.
	Expliquez le principe général de fonctionnement d'un microphone à mode d'action mixte. Décrivez le diagramme polaire de ce type de microphones.
Donnez une description (à l'aide d'un schéma et de mots) d'un microphone électrodynamique à bobine mobile. Quel est son mode d'action ? Son type de conversion ? Quel facteur domine l'impédance ? Pourquoi ? Donnez ses principales caractéristiques (directionnalité, sensibilité, courbe de réponse, avantages et inconvénients, utilisation).	
Donnez une description (à l'aide d'un schéma et de mots) d'un microphone	

électrodynamique à ruban. Quel est son mode d'action ? Son type de conversion ? Quel facteur domine l'impédance ? Pourquoi ? Donnez ses principales caractéristiques (directionnalité, sensibilité, courbe de réponse, avantages et inconvénients, utilisation).	
Donnez une description (à l'aide d'un schéma et de mots) d'un microphone électrostatique à condensateur. Quel est son mode d'action ? Son type de conversion ? Quel facteur domine l'impédance ? Pourquoi ? Donnez ses principales caractéristiques (directionnalité, sensibilité, courbe de réponse, avantages et inconvénients, utilisation).	
	Etablissez pour le microphone électrostatique à condensateur la formule de la variation de tension produite par l'onde acoustique.
Chapitre 6 : notions d'acoustique architecturale	
Définissez l'acoustique architecturale et limitez son champ d'action.	
Distinguez les trois axes possibles d'approche de l'acoustique architecturale. Donnez pour chaque axe un exemple où il est adéquat de l'adopter.	
Définissez et caractérisez le champ libre et le champ diffus.	
Définissez et caractérisez les prises de son en plan proche et en plan lointain.	
Détaillez les caractéristiques du phénomène d'atténuation géométrique du son. Donnez (sans la démontrer, mais en sachant l'appliquer) la relation permettant de calculer le niveau du son direct à une distance r de la source.	
	Établissez la formule donnant le niveau du son direct à une distance r de la source.
Détaillez les caractéristiques du phénomène d'atténuation par dissipation du son lors de sa propagation.	
Expliquez en détail le phénomène de réflexion spéculaire du son. Donnez-en une illustration.	

	Définissez et expliquez le phénomène du filtrage en peigne.
Expliquez en détail le phénomène de réflexion diffuse du son. Donnez-en une illustration.	
Expliquez en détail le phénomène de diffraction du son. Donnez-en une illustration.	
Expliquez en détail le phénomène de réfraction du son. Donnez-en une illustration.	
Définissez les coefficients de réflexion et de transmission du son. Quelle relation doivent-ils vérifier ? Quel est le contenu physique de cette relation ?	
	Donnez (sans les démontrer) les formules permettant de calculer l'énergie acoustique réfléchie et réfractée lors d'un changement de milieu.
Expliquez en détail le phénomène d'absorption du son. Donnez-en une illustration.	
Définissez le coefficient d'absorption d'un matériau.	
	Détaillez les caractéristiques des absorbants par porosité.
	Détaillez les caractéristiques des absorbants de type résonateurs à membranes.
	Détaillez les caractéristiques des absorbants par résonateurs de type Helmholtz.
Définissez l'absorption d'un matériau, l'absorption totale d'une salle et le coefficient d'absorption moyen d'une salle.	
Définissez la réponse impulsionnelle d'une salle et étudiez sa structure en détail (à l'aide d'un graphique et de mots).	
Définissez et donnez (sans les démontrer) les formules permettant de calculer les notions de libre parcours moyen, de temps moyen entre deux réflexions, de nombre de réflexions par unité de temps.	
	Calculez les notions de libre parcours moyen, de temps moyen entre deux réflexions, de nombre de réflexions par unité de temps.
Définissez la réponse fréquentielle d'une salle et donnez ses principales	

caractéristiques.	
Définissez la notion de modes propres de vibration d'une salle et distinguez les différentes catégories de modes propres.	
	Calculez les modes propres de vibration d'une salle parallélépipédique.
	Savoir appliquer sur un exemple les formules permettant de dénombrer le nombre de modes propres de vibrations et la densité de modes dans une salle de forme dimensions données.
Détaillez (à l'aide d'un graphique et de mots) les différentes phases d'un son en présence de réverbération.	
Définissez la notion de temps de réverbération d'une salle.	
Expliquez sur quelles considérations s'appuie le modèle de Sabine de la réverbération.	
Donnez (sans les justifier) les formules qui permettent d'évaluer l'intensité du son pendant les différentes phases en présence de réverbération dans le modèle de Sabine.	
	Établissez les formules du modèle de Sabine.
Donnez et justifiez les formules permettant de calculer la constante de temps d'une salle, son temps de réverbération dans le modèle de Sabine.	
Donnez (sans les démontrer) les formules des niveaux d'intensité et de pression du son réverbéré et du son direct.	
	Calculez les niveaux d'intensité et de pression du son réverbéré et comparez les résultats aux niveaux correspondants du son direct.
Donnez (sans la démontrer) la formule donnant le niveau de pression total du son en présence de réverbération et montrer que l'on retrouve le son direct près de la source et le son réverbéré loin de la source..	
	Calculez le niveau de pression total du son en présence de réverbération.
Définissez (en mots et en formule) le rapport Dir/rev pour une salle. Donnez (sans la démontrer) la formule permettant de le calculer dans le modèle de Sabine.	
	Calculez le rapport Dir/rev en fonction des

	caractéristiques de la salle et de la source.
Définissez la notion de distance critique. Donnez (sans la démontrer) la formule permettant de calculer la distance critique dans le modèle de Sabine.	
	Démontrez la formule permettant de calculer la distance critique dans le modèle de Sabine.
Définissez le temps de réverbération d'une salle. Donnez et expliquez la formule de Sabine permettant d'évaluer le temps de réverbération d'une salle. Précisez le domaine de validité de la formule de Sabine.	
Donnez et commentez la formule de Sabine modifiée tenant compte de l'absorption du son par l'air.	
Démontrez la formule de Sabine (en utilisant la formule de la constante de salle).	
	Démontrez la formule de Sabine (directement, sans utiliser la formule de la constante de salle).
Expliquez sur quelles considérations s'appuie le modèle d'Eyring.	
Donnez (sans la démontrer) la formule d'Eyring pour le temps de réverbération. Montrez dans quel cas on retrouve la formule de Sabine.	
	Établissez la formule d'Eyring.
	Donnez (sans les démontrer) les formules permettant de calculer le niveau de pression réverbérée et le niveau de pression total dans le modèle d'Eyring.
Un exercice du type de ceux figurant à la fin du chapitre.	
Chapitre 7 : Acoustique physiologique	
Définissez le champ d'action de l'acoustique physiologique et de la psychoacoustique.	
Distinguez et détaillez les trois parties du système auditif humain.	
Distinguez les trois parties du système auditif humain en insistant sur leur rôle et sur le milieu de propagation du son.	
Décrivez l'anatomie de l'oreille externe.	
Citez et détaillez les trois rôles de l'oreille externe.	
Expliquez en détails le rôle d'amplification	

des sons de l'oreille externe.	
Expliquez en détails le rôle de localisation spatiale des sons de l'oreille externe.	
Détaillez l'anatomie de l'oreille moyenne.	
Décrivez en détail l'anatomie et le rôle du tympan.	
Décrivez l'anatomie et expliquez le fonctionnement de la chaîne des osselets.	
Décrivez en détail le rôle de transmission de l'oreille moyenne.	
	Estimez par un modèle mécanique le gain de niveau permis par la chaîne ossiculaire.
Décrivez en détail le rôle de protection de l'oreille moyenne.	
	Décrivez le mécanisme de conduction osseuse.
Décrivez l'anatomie générale de l'oreille interne.	
Décrivez en détail l'anatomie de la cochlée.	
Décrivez en détail l'anatomie de l'organe de l'audition ou organe de Corti.	
	Décrives le contenu ionique des liquides de la cochlée et leur potentiel de repos.
Décrivez en détail les cellules ciliées et expliquez leur rôle.	
Savoir situer sur un schéma muet les parties suivantes du système auditif : pavillon, conduit auditif, tympan, marteau, enclume, étrier, fenêtre ovale, fenêtre ronde, hélicotrème, rampe tympanique, rampe vestibulaire, canal cochléaire, organe de Corti, membrane de Reissner, lame osseuse spirale, membrane basilaire, cellules ciliées internes, cellules ciliées externes, membrane tectorienne, etc.	
Expliquez la tonotopie passive, c'est-à-dire comment l'oreille interne discrimine les fréquences de manière sélective, en utilisant l'hypothèse de Helmholtz.	
Expliquez la tonotopie passive, c'est-à-dire comment l'oreille interne discrimine les fréquences de manière sélective, en utilisant l'hypothèse de von Bekezy.	
Représentez sur un schéma la carte de tonotopie cochléaire, et commentez-le.	
Décrivez pourquoi la théorie de la tonotopie passive est insuffisante.	

	Définissez et décrivez les oto-émissions acoustiques.
	Décrivez la théorie de la tonotopie active.
Décrivez en détails le rôle des cellules ciliées internes.	
Décrivez en détails le rôle des cellules ciliées externes.	
Décrivez les principales étapes de la transduction du son en signal électrique par l'oreille interne.	
Chapitre 8 : psychoacoustique	
Définissez et donnez le champ d'action de la psychoacoustique.	
Définissez les notions de stimulus physique, de sensation et de perception. Donnez des exemples.	
Définissez les grandeurs de sensation du stimulus et les grandeurs de perception. Donnez des exemples.	
Dans le cas du stimulus sonore, distinguez et donnez des exemples de grandeurs de sensation et de grandeurs de perception.	
Détaillez quelques caractéristiques qui nous permettent d'isoler un stimulus particulier au sein de notre environnement sensoriel.	
Définissez la notion de seuil absolu d'une grandeur d'excitation.	
Définissez la notion de seuil différentiel pour une grandeur d'excitation.	
Décrivez la procédure expérimentale utilisée pour mesurer un seuil différentiel.	
Définissez la notion de seuil différentiel relatif pour une grandeur d'excitation.	
Énoncez et expliquez les lois fondamentales de la psychophysique.	
Définissez et distinguez le champ acoustique libre du champ acoustique diffus.	
Définissez et distinguez une prise de son en plan proche et une prise de son en plan lointain.	
Distinguez à l'aide d'un schéma la latéralité, l'élévation et la profondeur d'une source sonore dans l'espace auditif.	
Énoncez et expliquez en détails chacun des facteurs jouant sur la perception de la latéralité dans l'espace sonore.	
Donnez (à l'aide d'un schéma et de mots) la	

précision de la localisation latérale d'une source dans l'espace sonore.	
Énoncez et expliquez en détails chacun des facteurs jouant sur la perception de l'élévation d'une source dans l'espace sonore.	
Énoncez et expliquez en détails les facteurs jouant sur la perception de la profondeur d'une source dans l'espace sonore.	
Définissez la notion de sonie en général.	
Donnez les seuils d'audibilité et de douleur normalisés à 1 000 Hz dans l'air. Donnez l'allure générale des courbes décrivant l'évolution de ces seuils en fonction de la fréquence.	
Représentez graphiquement et analysez l'aire d'audition.	
Définissez la dynamique de l'oreille et donnez son ordre de grandeur en fonction de la fréquence.	
Décrivez qualitativement (à l'aide de mots et de graphiques) le phénomène de presbyacousie.	
Décrivez qualitativement (à l'aide de mots et de graphiques) les modifications temporaires ou définitives de l'audition en cas d'exposition au bruit.	
Définissez et donnez l'ordre de grandeur du seuil différentiel relatif de sonie.	
	Décrivez l'évolution du seuil différentiel relatif de sonie en fonction de l'intensité d'un son pur. Donnez en l'ordre de grandeur.
	Décrivez l'évolution du seuil différentiel relatif de sonie en fonction de l'intensité d'un bruit blanc. Donnez en l'ordre de grandeur.
	Décrivez l'évolution du seuil différentiel relatif de sonie vis-à-vis de la fréquence des sons purs.
Énoncez (en mots et en formules) la loi de Weber-Fechner pour la force des sons.	
	Énoncez (en mots et en formule) la loi de puissance de Stevens pour la force des sons.
Justifiez l'utilisation du décibel comme unités acoustique.	
Définissez en détail les niveaux physiologiques ou niveaux d'isophonie.	
Décrivez qualitativement le diagramme de	

Fletcher donnant les courbes d'isotonie.	
Définissez en détails le niveau d'isotonie en phones.	
Définissez et donnez les caractéristiques générales du sonomètre.	
	Décrivez les filtres associés au sonomètre.
	Définissez la notion de bande critique.
	Décrivez un exemple mettant en évidence l'existence des bandes critiques.
	Donnez les caractéristiques générales des bandes critiques (notamment leur largeur en fonction de la fréquence centrale).
Définissez et décrivez qualitativement l'effet de masque en acoustique.	
Décrivez (à l'aide de courbes et de mots) la modification des seuils d'audition dans le cas du masquage d'un son pur par un bruit blanc.	
Décrivez (à l'aide de courbes et de mots) la modification des seuils d'audition dans le cas du masquage d'un son pur par un bruit uniformément masquant. Définissez ce type de bruit précisément.	
Décrivez (à l'aide de courbes et de mots) la modification des seuils d'audition dans le cas du masquage d'un son pur par un autre son pur.	
	Donnez une justification physiologique de l'effet de masque.
Décrivez (à l'aide de courbes et de mots) la modification des seuils d'audition dans le cas du masquage d'un son pur par un bruit à bande étroite.	
	Décrivez qualitativement l'échelle subjective de mesure de la sonie et définissez le sone.
	Décrivez précisément l'échelle de sonie.
	Donnez l'allure de la fonction de transfert de sonie.
	Décrivez comment on additionne les sonies de deux sons purs.
	Décrivez la conséquence de l'existence des bandes critiques sur la perception des harmoniques d'un son complexe.
Définissez et distinguez la hauteur spectrale et la hauteur musicale.	
Définissez et distinguez la tonie et la chroma.	

Donnez les seuils absolus en fréquence.	
Décrivez l'évolution du seuil différentiel de fréquence en fonction du niveau et de la fréquence du son pur. Donnez l'ordre de grandeur de ce seuil.	
Décrivez à l'aide d'un graphique l'évolution du seuil différentiel relatif de fréquence en fonction de la fréquence. Donnez l'ordre de grandeur du seuil différentiel relatif de fréquence.	
Énoncez (en mots et en formule) la loi de Weber-Fechner pour la hauteur des sons.	
	Donnez les relations permettant de mesurer la hauteur harmonique en octaves harmoniques, en savarts et en cents.
	Citez les unités physiologiques de la tonie.
	Donnez qualitativement la courbe de transfert de tonie.
Expliquez à l'aide d'un exemple ce que l'on entend par la notion de circularité dans la perception de la hauteur.	
Expliquez l'influence de la durée des sons sur la perception de leur tonie.	
Définissez la notion de quantum acoustique.	
Chapitre 9 : production de la parole et voix humaine	
Présenter en général les trois groupes d'organes qui participent à la phonation.	
Décrivez succinctement l'anatomie du larynx et présenter sa fonction.	
	Présenter en détail l'anatomie du larynx (cartilages, muscles)
Présenter succinctement la structure des cordes vocales. Quel est leur rôle ?	
	Détailler la structure des cordes vocales.
Décrivez les cavités résonantes de l'appareil phonatoire.	
	Détaillez l'anatomie des différentes cavités résonantes de l'appareil phonatoire.
Décrivez le fonctionnement général de l'appareil phonatoire.	
Expliquez le mécanisme de production du son au niveau des cordes vocales.	
Quelles sont les caractéristiques de l'onde produite par les cordes vocales (avant mise en forme par les cavités résonantes).	

Expliquez le rôle des cavités résonantes dans la mise en forme du son.	
Définissez la notion de phonème. Comment distingue-t-on les voyelles des consonnes ?	
Citez les facteurs dont dépend le timbre d'une voyelle.	
	Détaillez chacun des facteurs dont dépend le timbre d'une voyelle.
	Donnez les critères de classement des voyelles.
Donnez les modes d'articulation pour les consonnes.	
Citez les points d'articulation pour les consonnes.	
	Définissez et donnez des exemples de consonnes occlusives.
	Définissez et donnez des exemples de consonnes fricatives.
	Définissez et donnez des exemples de consonnes spirantes.
	Définissez et donnez des exemples de consonnes affriquées.
	Définissez et donnez des exemples de consonnes roulées.

Chapitre 10 : introduction à la notation musicale

Définissez et caractérisez les 4 qualités des sons musicaux.	
Définissez la notion de consonance.	
Quel est l'intervalle le plus consonant de tous ? à quel rapport de fréquence correspond-t-il ?	
Définissez l'octave. De combien de notes est-elle formée ?	
Définissez les notes naturelles ; citez le nom des notes dans le système franco-italien.	
Définissez le ton, le demi-ton diatonique et le demi-ton chromatique.	
Quels sont les intervalles entre notes naturelles consécutives ?	
Définissez la notion d'enharmoine.	
Définissez les notes altérées ; citez et expliquez les altérations qui existent.	
Définissez le registre des sons et expliquez la convention des octaves.	
Définissez la portée, et expliquez ce qu'elle	

représente.	
Expliquez les positions relatives des notes sur la portée.	
Définissez et représentez les lignes, les interlignes, les lignes supplémentaires.	
Expliquez comment les clés fixent les hauteurs absolues des notes sur la portée. Définissez la clé de sol et la clé de fa.	
Savoir identifier les noms de toutes les notes d'une courte mélodie (en clé de sol et en clé de fa).	
	Savoir identifier les noms de toutes les notes d'une courte mélodie (dans les sept clés).
	Définissez et représentez un système. Expliquez le principe de l'organisation en système des différentes portées musicales.
Représentez le « do du milieu » sur un système de deux portées, écrites respectivement en clé de sol et en clé de fa. Que constatez-vous ?	
Définissez et caractérisez le temps musical. Quel paramètre fixe la durée du temps ?	
Définissez en détail et comparez les valeurs de durées des notes.	
Savoir réaliser un monnayage d'une valeur de durée de notes en valeurs de durées de notes plus petites.	
Définissez en détail et comparez les valeurs de durées des silences.	
Réalisez une correspondance entre les valeurs de durées des notes et les valeurs de durées des silences.	
Savoir réaliser un monnayage d'une valeur de durée de silences en valeurs de durées de silences plus petites.	
Définissez et donnez un exemple de liaison de prolongation.	
Définissez et donnez un exemple de note pointée et de note doublement pointée.	
Définissez et comparez le temps binaire et le temps ternaire.	
Définissez et caractérisez le triolet. Dans quel type de mesure le rencontre-t-on ? Donnez un exemple.	
Définissez et caractérisez le duolet. Dans quel type de mesure le rencontre-t-on ? Donnez un exemple.	

	Définissez et caractérisez le quatorze, le quinze, le seize, le dix-sept. Dans quel type de mesure les rencontre-t-on ? Donnez des exemples.
Définissez et représentez sur un exemple la notion de mesure.	
Définissez les mesures simples et les mesures composées.	
Définissez et expliquez le chiffre des mesures. Donnez des exemples.	
Donnez des exemples de mesures simples. Précisez pour chaque exemple le chiffre de la mesure. Combien y-a-t-il de temps dans chaque mesure ? Que vaut alors le temps ?	
Donnez des exemples de mesures composées. Précisez pour chaque exemple le chiffre de la mesure. Combien y-a-t-il de temps dans chaque mesure ? Que vaut alors le temps ?	
La mesure étant donnée, écrivez deux mesures, utilisant une seule hauteur de note, avec les durées de votre choix, mais en respectant le chiffre de la mesure.	
Représentez sur un exemple un ensemble de symboles utilisés pour effectuer une reprise.	
Définissez le tempo. Indiquez comment il peut être indiqué sur une partition (deux manières) ? Pour chaque manière, donnez un exemple.	
	Expliquez comment le compositeur peut indiquer une variation de tempo.
	Donnez et expliquez trois exemples d'indications de caractère musical.
	Expliquez l'effet du point d'orgue et du point d'arrêt.
Définissez et expliquez la notion de nuance. Donnez et expliquez trois exemples de nuances.	
Expliquez comment le compositeur peut indiquer une variation de nuance. Donnez et expliquez deux exemples de variations de nuances et représentez les.	
	Citez et expliquez trois indications littérales d'attaque.
	Donnez (en les expliquant) trois exemples de signes d'attaque.

	Définissez et caractérisez le trille. Représentez-le sur un exemple.
	Définissez et caractérisez le trémolo. Représentez-le sur un exemple.
	Définissez et caractérisez le roulement. Représentez-le sur un exemple.
	Définissez et caractérisez le glissando. Représentez-le sur un exemple.
	Définissez et caractérisez l'appoggiature. Représentez-la sur un exemple.
	Définissez et caractérisez le gruppetto. Représentez-le sur un exemple.
	Définissez et caractérisez le mordant. Représentez-le sur un exemple.

Chapitre 11 : acoustique musicale et gamme(s)

Définissez et caractérisez les caractères consonant et dissonant pour un intervalle.	
Quelle propriété mathématique possède un intervalle consonant ? Quel est l'intervalle le plus consonant de tous ? Donnez des exemples d'intervalles consonants.	
	Donnez une justification physiologique et mathématique de la consonance.
Expliquez le caractère consonant des principaux intervalles au regard de la notion d'harmoniques.	
Associez les principaux intervalles à leurs rapports mathématiques.	
Expliquez le principe général de la constitution d'une gamme. Citez les trois contraintes que l'on impose pour obtenir une gamme.	
Donnez une formulation mathématique simple du problème de la construction d'une gamme.	
Définissez la mesure d'un intervalle musical en savarts et en cents. Combien vaut une octave dans ces deux unités ?	
Exercice : savoir calculer la mesure de tous les intervalles musicaux simples en savarts et en cents.	
Expliquez en détail le principe de construction de la gamme de Pythagore par les quintes (notes principales).	
	Calculez les intervalles des notes naturelles

	consécutives de la gamme de Pythagore
	Définissez (en mots en en formule) le comma pythagoricien.
Expliquez en détail le principe de construction de la gamme de Pythagore par les quintes (notes altérées).	
	Calculez la hauteur des notes diésées du système de Pythagore.
	Calculez les intervalles des notes (naturelles et diésées) consécutives du système de Pythagore.
Définissez et calculez les intervalles suivants dans le système de Pythagore : ton, demi-ton diatonique, demi-ton chromatique, comma.	
	Calculez la hauteur des notes bémolisées du système de Pythagore.
	Calculez les intervalles des notes (naturelles et bémolisées) consécutives du système de Pythagore.
Représentez et commentez le cycle des quintes du système de Pythagore. Définissez et situez la quinte du loup.	
Expliquez l'énharmonie dans le cadre du système de Pythagore. Définissez le comma enharmonique.	
	Commentez le bilan acoustique du système de Pythagore.
Représentez le bilan acoustique du système de Pythagore à l'aide du cycle des quintes.	
Expliquez le principe de construction du système naturel de Zarlino.	
	Calculez les fréquences des notes naturelles de la gamme de Zarlino.
	Définissez et calculez le ton majeur, le ton mineur, le demi-ton diatonique zarlinien, le demi-ton chromatique zarlinien, le comma syntonique.
Comparez les hauteurs de la gamme de Pythagore et de la gamme de Zarlino.	
Expliquez le problème de transposition dont souffre la gamme de Zarlino.	
	Calculez les intervalles dans le système de Zarlino.
	Calculez la hauteur des notes diésées et bémolisées du système de Zarlino.
	Commentez le bilan acoustique du système

	de Zarlino.
	Établissez la relation mathématique qui lie les trois principaux commas.
Définissez et expliquez le système du tempérament égal.	
Calculez la hauteur des notes naturelles et altérées dans le système du tempérament égal.	
	Commentez le bilan acoustique du système du tempérament égal.
Définissez la notion de diapason. Comment a-t-il évolué au fil du temps ? à combien est-il fixé aujourd'hui ?	
Chapitre 12 : théorie musicale et tonalité	
Définir et comparer les notions de tonalité, de gamme et d'échelle.	
Définir les degrés d'une gamme.	
	Donnez le nom des différents degrés d'une gamme.
Définir la notion de mode. Quels sont les principaux modes utilisés en musique occidentale ?	
Définissez la notion d'intervalle et d'accord.	
Citez quelques exemples d'intervalles (nom et exemple musical).	
Définissez et opposez les notions d'harmonie et de contrepoint.	
Définissez pour un intervalle les qualificatifs « mélodique », « harmonique », « conjoint », « disjoint », « ascendant », « descendant ».	
Expliquez comment on détermine le nom d'un intervalle simple. Donnez des exemples (en mots et en notation musicale).	
	Expliquez en quoi consiste le redoublement d'intervalles.
	Expliquez en quoi consiste le renversement d'intervalles.
	Citez et expliquez les qualifications possibles pour les intervalles de secondes, tierces, sixtes et septièmes.
	Citez et expliquez les qualifications possibles pour les intervalles d'unissons, de quarts, quintes et octaves.
	Détaillez et donnez des exemples

	d'intervalles majeurs.
	Détaillez et donnez des exemples d'intervalles mineurs naturels.
	Détaillez et donnez des exemples d'intervalles justes naturels.
	Détaillez et donnez des exemples d'intervalles augmentés.
	Détaillez et donnez des exemples d'intervalles diminués.
	Expliquez les liens entre les qualifications des intervalles et de leurs renversements.
	Analysez la composition tonale et atonale des intervalles simples.
Définissez et représentez graphiquement le mode majeur.	
	Construisez, par transposition de la gamme de do majeur, les gammes pythagoriciennes comportant des dièses.
Définissez l'armure d'une gamme.	
	Construisez, par transposition de la gamme de do majeur, les gammes pythagoriciennes comportant des bémols.
Représentez l'ensemble des tonalités, avec leur armure, sur le cycle des quintes.	
	Trouvez une tonalité majeure connaissant l'armure.
	Trouvez l'armure d'une tonalité majeure.
	Donnez un bilan acoustique des gammes de Pythagore pour toutes les tonalités majeures.
	Expliquez à l'aide d'un exemple le problème de la gamme de Zarlino vis-à-vis de la transposition.
	Définissez et caractérisez les modes grecs.
	Expliquez une méthode de construction des modes grecs.
	Définissez et caractérisez les gammes mineures naturelles.
	Définissez et caractérisez les gammes mineures harmoniques.
	Définissez et caractérisez les gammes mineures mélodiques.
	Expliquez le principe des gammes majeures et mineures relatives.