



■ ■ ■ ■
Le Conservatoire de Paris
■ ■ ■ ■ cnsmdp

*Conservatoire National Supérieur de Musique
et de Danse de Paris*

FORMATION SUPERIEURE AUX METIERS DU SON

CONCOURS D'ENTREE 2008/2009
6 et 7 Mai 2008

ADMISSIBILITE

EPREUVES :

MATHEMATIQUES
PHYSIQUE

MUSIQUE (- Dépistage de fautes – reconnaissance de timbres
reconnaissance d'œuvres - analyse comparée)

CONSERVATOIRE NATIONAL SUPÉRIEUR DE MUSIQUE ET DE DANSE DE PARIS
Formation Supérieure aux Métiers du Son

Concours d'Entrée 2008 :
Durée : 3 heures

Épreuve de Mathématiques

Dans toute l'épreuve, $j = \sqrt{-1}$.

Exercice 1

Soient les fractions rationnelles $H_1(s) = \frac{10 + s}{s^2 + 2s - 8}$ et $H_2(s) = \frac{2 + 3s + s^2}{s^2 + 2s - 8}$, où $s \in \mathbb{R}$.

- 1.1 Quel est l'ensemble de définition de $H_1(s)$?
- 1.2 Quels sont les pôles et les zéros de $H_1(s)$?
- 1.3 Calculez le développement en éléments simples de $H_1(s)$.
- 1.4 Calculez le développement en éléments simples de $H_2(s)$.
- 1.5 Comment s'exprime $H_2(s)$ en fonction de $H_1(s)$?

Exercice 2

Soit la matrice $[A] = A_0 e^{-\alpha} \begin{pmatrix} \cos \omega_0 & j \sin \omega_0 \\ j \sin \omega_0 & \cos \omega_0 \end{pmatrix}$ où A_0 , α et ω_0 sont des réels positifs strictement.

On rappelle que les valeurs propres λ_n de la matrice $[A]$ et les vecteurs propres \vec{u}_n associés vérifient la condition $[A] \cdot \vec{u}_n = \lambda_n \vec{u}_n$ avec $n \in \{1, 2\}$ et $\vec{u}_n \neq \vec{0}$.

- 2.1 Calculez le déterminant et la matrice inverse de $[A]$.
- 2.2 Trouvez les valeurs propres de $[A]$.
- 2.3 Si les valeurs propres sont classées avec en premier celle dont l'exponentielle complexe a un exposant positif, comment s'écrit alors la matrice diagonale $[D]$, associée à $[A]$?
- 2.4 Les coordonnées, suivant \vec{j} , des vecteurs propres associés sont respectivement choisies égales à 1 et -1 . Calculez alors les coordonnées manquantes pour définir complètement les vecteurs propres.
- 2.5 Comment s'écrit alors la matrice de passage $[P]$ telle que $[A] \cdot [P] = [P] \cdot [D]$?

2.6 Trouvez la solution générale du système d'équations différentielles $\frac{d\vec{X}(t)}{dt} = [A] \cdot \vec{X}(t)$ avec $\vec{X}(t) = \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{pmatrix}$. On pourra utiliser $\vec{Y}(t) = \begin{pmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \end{pmatrix}$ tel que $\vec{X}(t) = [P] \vec{Y}(t)$.

2.7 Quelle est alors la solution particulière de la question 2.6 qui vérifie la condition initiale $\vec{X}(0) = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$?

Exercice 3

On considère la relation de récurrence entre deux suites numériques $s[n]$ et $e[n]$, définie par

$$s[n] - a \cdot s[n-1] = e[n]$$

où a est un nombre réel. On considère, dans la suite, que $e[0] = 1$ et que $e[n] = 0$ si $n \in \mathbb{Z}^*$, et que $s[n] = 0$ si $n < 0$.

3.1 Déterminez l'expression de $s[n]$ dans le cas où $a = 0$.

Dans la suite, les graphes, discontinus, de l'allure de $s[n]$ suivant la valeur de a se font en utilisant des segments verticaux centrés sur les valeurs de $n = n_0$, n_0 décrivant une partie que vous jugerez utile de \mathbb{Z} , avec des segments verticaux allant de la valeur 0 à la valeur de $s[n_0]$, pour chaque valeur de n_0 . On suppose maintenant $a \neq 0$.

3.2 Déterminez l'expression de $s[n]$ dans le cas où $a = 1$ et tracez son allure.

3.3 Déterminez l'expression de $s[n]$ dans le cas où $a = -1$ et tracez son allure.

3.4 Déterminez l'expression de $s[n]$ dans le cas où $|a| < 1$ et tracez son allure suivant le signe de a .

3.5 Déterminez l'expression de $s[n]$ dans le cas où $|a| > 1$ et tracez son allure suivant le signe de a .

Exercice 4

On considère l'onde plane progressive aller non dissipative quelconque, notée $\Psi^+(x, t)$ et définie par le modèle mathématique

$$\Psi^+(x, t) = f\left(t - \frac{x}{c_0}\right) \quad (1)$$

où f est une fonction continue et dérivable autant de fois que nécessaire, x et t respectivement une variable spatiale et une variable temporelle.

4.1 Déterminez quelle est l'équation vérifiée par les dérivées partielles spatiale et temporelle d'ordre 1 de $\Psi^+(x, t)$.

4.2 Déterminez quelle est l'équation vérifiée par les dérivées partielles spatiale et temporelle d'ordre 2 de $\Psi^+(x, t)$.

4.3 Compte-tenu de l'hypothèse de départ, quelle est la nature des solutions de l'équation trouvée en 4.2 ? Quelle est l'équation minimale pour décrire les évolutions spatio-temporelles de $\Psi^+(x, t)$: celle trouvée en 4.1 ou celle trouvée en 4.2 ?

4.4 Si on veut passer sans calcul de l'onde aller progressive plane $\Psi^+(x, t)$ à l'onde retour progressive plane $\Psi^-(x, t)$, quelle sont les modifications à introduire dans le modèle mathématique décrit par l'équation (1) ?

4.5 Si on considère l'onde $\Psi(x, t)$ définie comme la superposition des ondes aller $\Psi^+(x, t)$ et retour $\Psi^-(x, t)$, c'est-à-dire si $\Psi^+(x, t) = \Psi^+(x, t) + \Psi^-(x, t)$, quelle est alors l'équation minimale permettant de décrire les évolution de $\Psi(x, t)$?

Exercice 5

On introduit un être mathématique « hybride », défini par

$$\Psi(\vec{r}, t) = \sqrt{\rho(\vec{r}, t)} \cdot e^{iq\varphi(\vec{r}, t)} \quad (2)$$

où $\rho(\vec{r}, t)$ et $\varphi(\vec{r}, t)$ sont deux fonctions régulières¹ vérifiant les deux contraintes suivantes² :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot (\overrightarrow{\text{grad}}(\varphi))^2 + \frac{V}{\rho} = 0. \quad (3)$$

et

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \cdot \overrightarrow{\text{grad}}(\varphi)) = 0 \quad (4)$$

où V est un potentiel scalaire fonction au moins de \vec{r} , $\overrightarrow{\text{grad}}$ est l'opérateur (spatial) gradient, div est l'opérateur (spatial) de divergence.

5.1 Calculez l'expression de la dérivée partielle temporelle d'ordre 1 par rapport au temps de Ψ , c'est-à-dire $\frac{\partial \Psi}{\partial t}$, en faisant apparaître une factorisation de Ψ .

5.2 Sans calculs supplémentaires, déduisez de 5.1, l'expression du gradient scalaire de Ψ , c'est-à-dire $\overrightarrow{\text{grad}}(\Psi)$, toujours en faisant apparaître une factorisation de Ψ .

On rappelle que l'opérateur de laplacien scalaire Δ est défini par $\text{div}(\overrightarrow{\text{grad}})$, soit par exemple $\Delta \Psi = \text{div}(\overrightarrow{\text{grad}}(\Psi))$.

5.3 A partir de l'expression de $\overrightarrow{\text{grad}}(\Psi)$, trouvée en 5.2, déterminez l'expression de $\Delta \Psi$, faisant apparaître une factorisation de Ψ .

¹continues et dérivables autant de fois que nécessaire par rapport aux deux variables spatiale \vec{r} et temporelle t réelles

²On n'a pas fait figurer les occurrences de (\vec{r}, t) pour simplifier les expressions, mais les grandeurs ρ et φ sont bien des fonctions de \vec{r} et t .

5.4 Trouvez les expressions adaptées, éventuellement multipliées par un facteur réel ou complexe faisant intervenir q , de $\frac{\partial \Psi}{\partial t}$ et de $\Delta \Psi$ de manière à faire apparaître respectivement les termes $\frac{\partial \varphi}{\partial t} \cdot \Psi$ et $\frac{1}{2} \cdot (\overrightarrow{\text{grad}}(\varphi))^2 \cdot \Psi$.

5.5 Utilisez les deux expressions trouvées, en leur ajoutant $\frac{V}{\rho} \cdot \Psi$ afin de faire apparaître d'abord l'équation ou contrainte (3), et, ensuite, permettant de constater que l'on a aussi fait apparaître, dans le même temps, une occurrence de l'équation ou contrainte (4).

On suppose ensuite que les variations spatio-temporelles de ρ peuvent être négligées : hypothèses que ρ est uniforme au moins dans l'espace d'observation, et que l'on peut donc supprimer tout terme de gradient, de divergence ou de laplacien scalaire de ρ pouvant se trouver au second membre de l'équation synthétisée en 5.5.

5.6 Avec cette hypothèse, que devient l'équation trouvée en 5.5 ?

Avec le système d'équations proposées, on ne dispose d'aucune information supplémentaire sur la ou les valeurs possibles pour la constante physique réelle q . Il faudrait introduire d'autres équations ou contraintes.

5.7 Ceci étant, que devient l'équation trouvée en 5.6, si on choisit d'adopter, arbitrairement, comme valeur pour q , la valeur *ad hoc* $q = \rho_0 / \hbar$, où \hbar est la constante de Planck et ρ_0 la valeur moyenne de ρ dans l'espace d'observation, et, si on remplace aussi ρ par ρ_0 ?

Remarques donnant une idée des objectifs de cet exercice : Cette dernière équation ressemble beaucoup à l'équation de Schrödinger, non déterministe, pour la Mécanique Quantique, sauf que l'ensemble de l'exercice a porté sur une description, déterministe, empruntée à la Mécanique des Fluides, loin de toute variation brutale des sources extérieures potentiellement incluses dans le potentiel scalaire V .

Si l'on note que l'objet « hybride » Ψ mélange en amplitude $\sqrt{\rho}$ et en phase φ , on constate que cet objet n'est pas *a priori* de nature ondulatoire.

Ainsi, pour la Mécanique des Fluides et l'Acoustique (aérienne), cet exercice permet d'aboutir à un jeu d'équations approchées (équations de la question 5.6, où on a négligé les termes résiduels de variations spatiales de ρ) qui ressemblent fortement à l'équation de Schrödinger.

Et, on obtient même une équation très proche à celle de Schrödinger en choisissant arbitrairement pour q la valeur $q = \rho_0 / \hbar$, mais, cela reste juste un choix mathématique, purement arbitraire.

Enfin, sans disposer de la définition de Ψ par l'équation (2) ni des équations-contraintes associées (3) et (4), on peut effectivement supposer que Ψ a un caractère ondulatoire. Mais ce faisant, on n'a pas une description complète du problème. Avec la définition de Ψ et les deux équations-contraintes (3) et (4), la description est moins incomplète (données manquantes pour déterminer la ou les valeurs de q), mais on ne peut plus dire que Ψ a un caractère ondulatoire...

CONSERVATOIRE NATIONAL SUPÉRIEUR DE MUSIQUE ET DE DANSE DE PARIS
Formation Supérieure aux Métiers du Son

Concours d'Entrée 2008 :
Durée : 3 heures

Épreuve de Physique

À part les exercices 1 et 2 qui sont liés, les autres exercices peuvent être traités de manière indépendante et dans l'ordre de votre choix. Le nombre d'exercices et de questions doit vous permettre de vous « exprimer autant que faire ce peut ».

Exercice 1 : version locale de la conservation de la masse

La version locale, vectorielle, de la conservation de la masse s'écrit

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \vec{v}) = 0 \quad (1)$$

1.1 Indiquez à quoi correspondent chacun des opérateurs et chacune des quantités physiques intervenant dans cette équation.

1.2 Déterminez ce que devient l'équation (1) lorsque l'on suppose tous les phénomènes physiques plans.

Dans la suite, sauf indication contraire, on suppose que tous les phénomènes, étudiés dans ce premier exercice, sont plans. Ceci signifie que toutes les quantités étudiées dépendent des variables x et t , soit par exemple $\rho(x, t)$.

Mais, dans la suite, on omettra le rappel des variables pour chacune des quantités rencontrées, pour simplifier un peu les écritures rencontrées : au lieu de $\rho(x, t)$, par exemple, on écrira systématiquement ρ .

1.3 Proposez une réécriture de l'équation trouvée en 1.2, qui fasse apparaître au second membre un terme dans lequel on trouve une occurrence de $\frac{\partial v}{\partial x}$.

La loi thermodynamique de l'adiabatique s'écrit $p \cdot \rho^{-\gamma} = \text{cste}$, tandis que la loi thermodynamique des gaz parfaits s'écrit $p \cdot \rho^{-1} = rT$. Et, on introduit la vitesse ou célérité des ondes, c_0 , grâce à $c_0^2 = \gamma rT$.

1.4 Vérifiez, par exemple en utilisant une dérivation logarithmique de la loi de l'adiabatique, ainsi que les autres informations fournies, que l'on a

$$dp = c_0^2 \cdot d\rho. \quad (2)$$

1.5 En utilisant l'équation (2), trouvez comment s'écrit la version de la conservation de la masse, valable pour p , en cherchant toujours à faire apparaître au second membre, une occurrence de $\frac{\partial v}{\partial x}$.

Loin des sources, on suppose que les variations de v sont très faibles et que la particule suit, au moins sur une distance conséquente, une trajectoire rectiligne. On peut alors supposer que l'on a $\frac{\partial v}{\partial x} \ll 1$.

1.6 Avec cette nouvelle hypothèse, quelles approximations locales mathématiques théoriques de la conservation de la masse, respectivement valables pour ρ et p , peut-on considérer ?

On suppose que le modèle mathématique d'onde plane progressive aller, non dissipative, ψ^+ est donné par $\psi^+(x, t) = f(t - \frac{x}{c_0})$ où f est une fonction quelconque continue et dérivable autant de fois que nécessaire.

1.7 Quelles sont la nature physique de la quantité $\frac{x}{c_0}$ et son interprétation physique ?

1.8 Vérifiez que l'équation minimale vérifiée par ψ^+ est

$$\frac{\partial \psi^+}{\partial t} + c_0 \cdot \frac{\partial \psi^+}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

1.9 En comparant les deux versions approchées de la conservation de la masse, obtenues en 1.6 avec l'équation minimale (3), proposez les constats s'imposant pour :

- les ondes aller progressives planes pour p et ρ ;
- les ondes retour progressives planes pour p et ρ ;
- la nature de la célérité des ondes associée ;
- l'hypothèse selon laquelle les particules fluides ont une vitesse nulle à négligeable par rapport à la célérité des ondes ;
- la nature probable du phénomène physique pour v .

Exercice 2 : version locale de l'équation de Navier-Stokes

La version locale, vectorielle, de l'équation de Navier-Stokes s'écrit

$$\rho \cdot \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \rho \cdot \vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}}(\vec{v}) + \overrightarrow{\text{grad}}(p) = \vec{0} \quad (4)$$

2.1 Que devient l'équation (4) si l'on considère que les phénomènes sont plans, hypothèse qui sera systématiquement utilisée dans la suite, sauf mention contraire.

On introduit le potentiel scalaire $V = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{p}{\rho}$.

2.2 Vérifiez que V est une des primitives, si on considère une intégration par rapport à la variable x , de $\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x}$ et que l'on se place dans le cadre de l'hypothèse de phénomènes adiabatiques.

On introduit le potentiel scalaire φ défini par $v = \frac{\partial \varphi}{\partial x}$.

2.3 Exprimez alors l'équation trouvée en 2.1 en fonction de φ et de V .

2.4 Vérifiez que la version intégrée, par rapport à la variable x , de l'équation trouvée en 2.3 s'écrit effectivement

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 + V = \text{cste} \quad (5)$$

2.5 Donnez une interprétation physique pour chacun des trois termes constituant l'équation (5).

2.6 Déterminez, en justifiant votre réponse, si l'équation (5) est une équation d'onde ou une équation gouvernant un écoulement.

2.7 Est-ce que l'avis que vous avez formulé en 2.6 est compatible avec les constats concernant v ($v = \frac{\partial \varphi}{\partial x}$) que vous avez pu mettre en évidence en 1.9 ? Peut-on notamment considérer des ondes pour v ?

2.8 Proposez une synthèse des résultats remarquables concernant les quantités physiques p , ρ et v en fonction de 1.9 et 2.7 :

- conditions permettant d'utiliser, au moins dans le cadre d'une première approche, l'approximation locale mathématique ondulatoire ;
- grandeurs physiques pour lesquelles cette approximation ondulatoire peut être utilisée ;
- constat concernant les ondes retour pour les grandeurs physiques étudiées ;
- lien entre v et c_0 ;
- nature du phénomène physique valable pour v .

Remarque : En considérant une formulation sphérique des équations utilisées dans les exercices 1 et 2, ou bien vectorielles, on peut montrer que les résultats synthétisés en 2.8 restent valides.

Exercice 3 : équations d'ondes planes

On a déjà proposé que le modèle mathématique d'onde plane progressive aller, non dissipative, ψ^+ est donné par $\psi^+(x, t) = f(t - \frac{x}{c_0})$ où f est une fonction quelconque continue et dérivable autant de fois que nécessaire et que l'équation minimale vérifiée par ψ^+ est (3).

Or, si on cherche l'équation vérifiée par les dérivées spatiale et temporelle d'ordre 2 pour ψ^+ , on aboutit à l'équation suivante :

$$\frac{\partial^2 \psi^+}{\partial t^2} - c_0^2 \frac{\partial^2 \psi^+}{\partial x^2} = 0 \quad (6)$$

dont les deux solutions sont les ondes planes progressives non dissipatives aller ψ^+ et retour ψ^- , dont le modèle mathématique est obtenu en introduisant une fonction g continue et dérivable autant de fois que nécessaire en lieu et place de la fonction f dans le modèle mathématique pour ψ^+ , à condition de changer aussi $\frac{x}{c_0}$ en $-\frac{x}{c_0}$.

En Acoustique linéaire, dans le cas de phénomènes plans, loin de toute source potentielle, on part du jeu d'équations linéarisées (utilisant l'hypothèse adiabatique et donc la relation $dp = c_0^2 d\rho$) :

$$\rho_0 \cdot \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} = 0 \quad (7)$$

et

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \rho_0 c_0^2 \cdot \frac{\partial v}{\partial x} = 0. \quad (8)$$

3.1 Expliquez pourquoi on peut supposer légitimement que l'on a $\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial t} = \frac{\partial^2 v}{\partial t \partial x}$.

3.2 Montrez comment on peut éliminer la grandeur v en utilisant des versions modifiées de (7) et (8), pour aboutir à une **unique** équation vérifiée par p :

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} - c_0^2 \cdot \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = 0. \quad (9)$$

L'équation (6) est obtenue en travaillant sur les variations des variations (dérivées partielles d'ordre 2) de ψ^+ . Or, même en ne supposant l'existence que des seules ondes aller planes ψ^+ , on fait apparaître les ondes retour planes ψ^- .

3.3 Que pensez-vous du statut de la solution ψ^- ?

3.4 Pour obtenir l'équation (9), sur quels types de grandeurs a-t-on travaillé :

- les grandeurs p et v ;
- les variations spatiales et temporelles de p et v ;
- ou les variations des variations spatiales et temporelles de p et v ?

3.5 Suivant la réponse que vous avez choisie à la question 3.4, en comparant cette réponse à celle de la question 3.3, expliquez ce que vous pouvez dire quant à la pertinence respective :

- des ondes aller de pression ;
- des ondes retour de pression.

Remarque : On aboutirait à des conclusions analogues en gardant les opérateurs vectoriels (étude de phénomènes tridimensionnels) que l'on considère des cas plans ou sphériques.

Exercice 4 : système RLC série

Dans cet exercice, on s'intéresse à l'association RLC série, c'est-à-dire à la mise en série d'une résistance de valeur R , d'une inductance de valeur L et d'une capacité de valeur C .

Si on considère que l'entrée de l'association correspond à la tension aux bornes de celle-ci, on choisit comme signal de sortie la tension aux bornes de la capacité.

4.1 Proposez le schéma associé au système décrit.

4.2 Rappelez pour chacun des composants de l'association série, l'expression de l'impédance associée dans le cas où on considère la variable complexe $j\omega$, ainsi que la loi temporelle associée.

4.3 Par exemple en considérant un pont diviseur de tension entre la sortie $S(\omega)$ et l'entrée $E(\omega)$, proposez une expression de la fonction de transfert ou rapport $H(\omega) = \frac{S(\omega)}{E(\omega)}$.

4.4 Calculez l'expression du module de $H(\omega)$ que l'on notera $G(\omega)$.

On se place dans le cas où le facteur de qualité Q , défini par $Q = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$, est grand.

4.5 Quel est alors le comportement de $G(\omega)$ lorsque $\omega \mapsto 0$, $\omega \mapsto +\infty$ ou ω est égale à $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$?

4.6 Sur la base des informations collectées, proposez l'allure du gain en décibels de $G(\omega)$ en indiquant les asymptotes potentiellement utiles.

Exercice 5 : évolution du niveau moyen dans l'axe

Des expériences, en chambre anéchoïque, ont été menées en utilisant un haut-parleur (un combo jazz disposant d'une entrée ligne), une chaîne d'acquisition audio en 44.1 kHz et 24 bits fixes, un panel de différents microphones permettant de tester trois directivités et des microphones à petit ou grand diaphragme.

Ces expériences ont, notamment, consisté en la mesure du niveau moyen dans l'axe du haut-parleur quand on déplaçait les microphones en conservant un niveau de diffusion constant, niveau assez élevé puisque de 130 à 140 dB SPL respectivement pour un extrait de jazz et un bruit rose, niveaux relevés avec un sonomètre calibré au droit de la membrane du haut-parleur, dans l'axe de mesure. La durée de ces deux stimuli était à chaque fois de 30 secondes.

La figure 1 rassemble les courbes d'évolution du niveau moyen pour le microphone omnidirectionnel Behringer ECM 8000, avec une excitation musicale (à gauche) ou par un bruit rose (à droite). Ce microphone est conçu pour faire de la mesure selon son fabricant, et, est vendu pour cet usage. On le trouve utilisé, effectivement, pour faire des mesures sur le terrain. Et des mesures réalisées avec un capteur de pression beaucoup plus onéreux ont permis d'observer des courbes très similaires à celles présentées en figure 1.

Le niveau de référence à 0 dB est choisi pour la distance au haut-parleur la plus importante, soit 1 m dans les cas testés, ce qui conduit à travailler avec des niveaux en dB relatifs par rapport au niveau mesuré pour la distance source/microphone de 1 m.

La courbe en trait plein correspond au tracé de la loi en $1/x$, où x correspond à la distance source/microphone, loi tracée en adoptant le même niveau 0 dB comme référence : le niveau moyen mesuré à une distance de 1 m. Les points signalés par des étoiles correspondent aux points mesurés.

5.1 Expliquez pourquoi il est intéressant d'aller réaliser ce genre de mesures dans une chambre anéchoïque.

On considère des niveaux en dB relatifs, avec comme référence le niveau moyen mesuré à une distance de 1 m, ce qui revient à étudier physiquement comment le niveau moyen augmente quand la distance source/microphone diminue.

5.2 Expliquez pourquoi, ne serait-ce que pour le tracé de la loi en $1/x$, le choix du niveau de référence (0 dB) associé à la distance source/image la plus grande est *a priori* plus pertinent que celui du niveau moyen diffusé, que l'on mesure au niveau de la membrane.

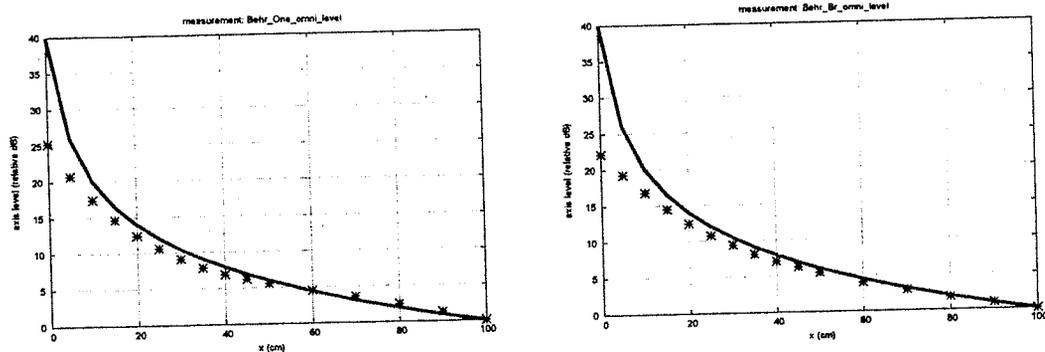


Figure 1: Courbe d'évolution du niveau moyen dans l'axe du haut-parleur en fonction de la distance pour deux stimuli complexes différents : (à gauche) un extrait converti en un signal monophonique d'un morceau de jazz dynamique, (à droite) un bruit rose. Microphone Behringer ECM 8000, proposé comme microphone de mesure ou « capteur de pression » par son constructeur.

5.3 Quel devrait être le niveau théorique pour la courbe en $1/x$, pour $x = 0$ cm, si on travaillait avec des dB non relatifs ?

5.4 Que pouvez-vous dire en comparant les deux courbes de la figure 1 ? Quelles sont les « invariances » de comportement ? Les différences de comportement ?

5.5 Dans l'optique de la pratique de terrain indiquez, en justifiant votre choix, quelle est celle des deux courbes qui vous renseignerait potentiellement le plus par rapport à une situation d'enregistrement en studio ?

5.6 Puisque ces courbes ont été obtenues en chambre anéchoïque, avec des microphones proposés pour faire de la mesure en acoustique des salles (et que les mesures avec un capteur de pression ont donné des résultats analogues), quelle pertinence ont-elles par rapport au champ acoustique réel ?

5.7 En fonction de la réponse à la question 5.6, que peut-on dire concernant l'hypothèse d'ondes sphériques, non dissipatives, associée à la loi d'atténuation géométrique en $1/x$, suivant le stimulus utilisé ?

Avec un microphone cardioïde Behringer C-2¹ lui aussi de faible diaphragme, les courbes de niveaux deviennent celles de la figure 2.

5.8 Que peut-on dire de l'évolution du niveau moyen en fonction de la distance x suivant le stimulus utilisé ?

5.9 En comparant avec les courbes obtenues avec le microphone omnidirectionnel ECM 8000 (figure 1), présenté comme un « capteur de pression », et celles pour le microphone cardioïde C-2, quel travail de « lutherie » pourrait avoir été réalisé par le fabricant si on considère principalement les courbes obtenues avec le stimulus musical ?

¹ vendu par paire pour constituer un système de prise de son stéréophonique classique ou s'en écartant un peu suivant le résultat obtenu à l'écoute

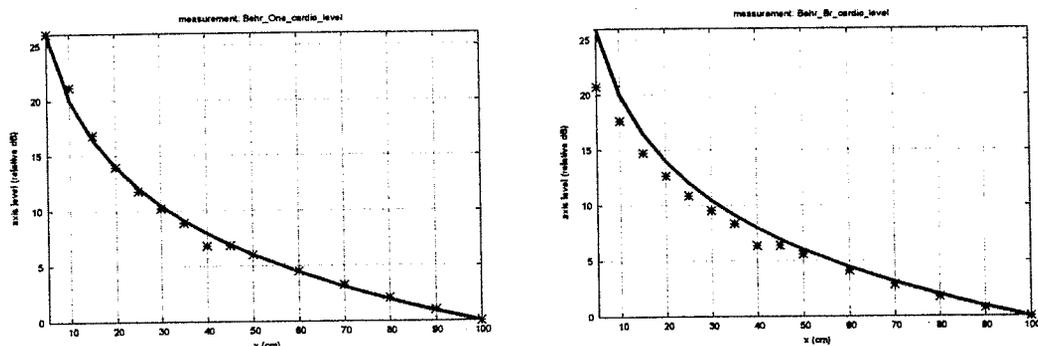


Figure 2: Courbe d'évolution du niveau moyen dans l'axe du haut-parleur en fonction de la distance pour deux stimuli complexes différents : (à gauche) un extrait converti en un signal monophonique d'un morceau de jazz dynamique, (à droite) un bruit rose. Microphone Behringer C-2, de directivité cardioïde et à petit diaphragme.

On a réalisé les mêmes mesures pour un microphone Neumann U89i, à gros diaphragme et permettant de régler la directivité. Mais seules les directivités omnidirectionnelle, bidirectionnelle et cardioïdes ont été testées lors de cette campagne de mesure. La figure 3 rassemble les résultats obtenus avec le stimulus musical pour les trois directivités testées.

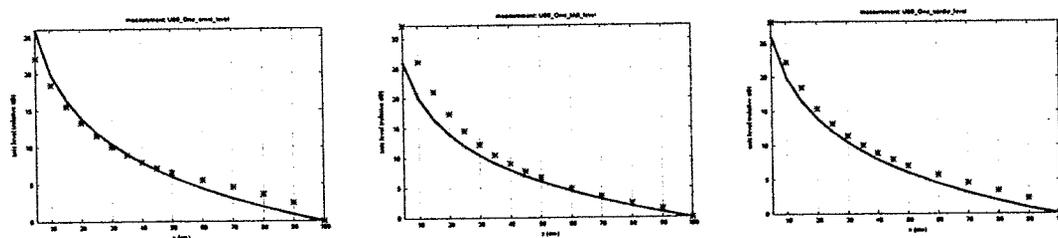


Figure 3: Courbe d'évolution du niveau moyen dans l'axe du haut-parleur en fonction de la distance pour le stimulus musical, en fonction de la directivité testée : (à gauche) directivité omnidirectionnelle, (au centre) directivité bidirectionnelle, (à droite) directivité cardioïde. Microphone Neumann U89i, à grand diaphragme.

5.10 Que se passe-t-il suivant la distance source/microphone pour les directivités omnidirectionnelles et bidirectionnelles ?

5.11 Quel lien peut-on proposer entre les résultats obtenus, d'une part, pour la directivité cardioïde et, d'autre part, ceux obtenus pour les directivités omnidirectionnelle et bidirectionnelle ? Peut-on proposer un principe de « prédiction » d'une des directivités en fonction des deux autres ? Si oui, lequel ?

On rappelle que le modèle orthodoxe de directivité $D(\theta)$ pour un microphone est défini par la relation

$$D(\theta) = m + (1 - m) \cdot \cos(\theta) \quad (10)$$

où θ correspond à l'angle théorique d'incidence du front d'onde issu de la source ponctuelle, m prend des valeurs différentes suivant la directivité théorique que l'on souhaite modéliser : $m = 1$ dans le cas omnidirectionnel, $m = 0$ dans le cas bidirectionnel, $m = 0.5$ dans le cas cardioïde, ...

5.12 En considérant les données rappelées concernant le modèle orthodoxe de directivité $D(\theta)$, retrouvez-vous le résultat de la question 5.11 ?

Nom :

Prénom :

- DEPISTAGE DE FAUTES -

Andante

The musical score is written for piano and consists of 20 measures. It is in 3/4 time and begins with the tempo marking 'Andante'. The key signature has one flat (B-flat). The score is divided into two systems of two staves each. The first system contains measures 1 through 10, and the second system contains measures 11 through 20. The music features a complex melodic line in the right hand and a rhythmic accompaniment in the left hand. Dynamics include *mf*, *p*, *f*, and *tr*. Fingerings and articulations are clearly indicated throughout the score.

Reconnaissance de tonalités et cadences

1

Adagio

1 2 3 tr 3 [rit]

p

HAYDN Sonate Hob. XII 35
2^e movt. mes. 1-4

2

Con allegrezza ♩ = 88

mf

51 2 1 3 1 4 2 5 4 1 3 2 3 5 4 2 3 1

SCHUMANN - Album pour la jeunesse n°24
Mes. 1 à 8

3

Andante moderato

BRAHMS Intermezzo op. 117 n°1
mes. 1 à 4

4

DEBUSSY : (... Des pas sur la neige)

Mes 32 à 36

FSMS : concours entrée 2008

I) Reconnaissance œuvres

Compositeur	Œuvre	Durée
Corelli	Concerto en sol mineur « Pour la nuit de Noël »	1'10
Bach	Cantate 158 (extrait)	1'20
Haydn	Quatuor opus 76 n°2	1'42
Schubert	Lied Heidenröslein D 257	1'53
Schumann	Pièces pour violoncelle et piano « dans le style populaire »	2'04
Mahler	7 ^{ème} symphonie (scherzo, extrait)	1'45
Bartók	Mikrokosmos Danse paysanne	1'07
Webern	Pièce opus 6 n°1	1'12
Berio	Folksongs : I wonder	1'52
Monteverdi	Vêpres : Et exultavit spiritus meus	1'13
Mozart	Don Giovanni : air de Masetto Ho Capito	1'38
Beethoven	8 ^{ème} symphonie : Menuet	1'39
Chopin	Mazurka opus 30 n°1	1'37
Grieg	Pièce lyrique opus 54 (version orchestrale)	2'18
Berlioz	Les Troyens : chœur (« De Carthage »)	1'29
Moussorgski	Tableaux : Marché de Limoges	1'21
Messiaen	Quatuor pour la fin du temps	1'52
Art Tatum	Tea for two	2'06
Prokofiev	Symphonie classique	1'33
Stravinsky	Oiseau de Feu	1'03

II) Reconnaissance de timbres

Compositeur	Œuvres	Timbres
Beethoven	3 Equales	4 Trombones
Telemann	Concerto	Deux chalumeaux, orchestre à cordes (baroque)
Monteverdi	Lagime d'Amante	Soprano, mezzo, haute-contre, ténor, basse, harpe
Stravinsky	Berceuse du chat	Mezzo, 3 clarinettes (en mi b, en sib, en la)
Henze	Masque	Guitare, harpe, mandoline
Takemitsu	Stanza	Guitare, harpe, piano, célesta, vibraphone
Ravel	Sonate	Violon, violoncelle
Beethoven	Marche en si bémol	2 clarinettes, 2 cors, 2 bassons
Purcell	Sweeter than roses	Contre ténor, clavecin, basse de viole
Schobert	Quatuor en fa mineur	2 violons, violoncelle (instruments anciens), pianoforte

III) Analyse comparative

Haydn : Symphonie n°12 : 1^{er} mouvement

Haydn : Symphonie n°98 : 1^{er} mouvement



■ ■ ■ ■
Le Conservatoire de Paris
■ ■ ■ ■ cnsmdp

*Conservatoire National Supérieur de Musique
et de Danse de Paris*

FORMATION SUPERIEURE AUX METIERS DU SON

CONCOURS D'ENTREE 2008/2009

2 et 3 juin 2008

ADMISSION

EPREUVES :

SOLFEGE

HARMONIE

TESTS D'ECOUTE CRITIQUE

ANALYSE SONORE

LECTURE DE NOTES

$\text{♩} = 80$

$\text{♩} = 60$

Lecture verticale

CONCOURS D'ADMISSION FSMS
EPREUVES DE FORMATION MUSICALE 2 JUIN 2008

LECTURE RYTHMIQUE

♩ = 69

The musical score consists of five staves of music in treble clef. The first staff is in 4/4 time and begins with a dynamic marking of *MF*. It features a sequence of notes with slurs and accents, and includes dynamic markings *F* and *P*. The second staff continues the piece, marked with *MF* and *P*, and includes a triplet of eighth notes and a quintuplet of eighth notes. The third staff is marked with *P = d* and *MF*, showing a change in tempo and dynamics. The fourth staff includes a triplet of eighth notes and is marked with *F* and *MF*. The fifth and final staff is in 5/8 time and begins with a dynamic marking of *F*.

CONCOURS D'ADMISSION FSMS
EPREUVES DE FORMATION MUSICALE 2 JUIN 2008

LECTURE CHANTEE

Mäßig



The piano introduction consists of five measures. The right hand plays a series of chords with a melodic line, while the left hand provides a harmonic accompaniment. The tempo is marked 'Mäßig' and the dynamics include accents and a 'diminu' marking at the end.

Nun merk ich erst, wie müd ich bin, da ich zur Ruh mich le - ge; das



The first line of the song features a vocal melody in the right hand and piano accompaniment in the left hand. The lyrics are 'Nun merk ich erst, wie müd ich bin, da ich zur Ruh mich le - ge; das'. The music is in a 2/4 time signature with a key signature of two sharps.

Wan - dern hielt mich mun - ter hin auf un - wirt - ba - rem We - ge. Die



The second line of the song continues the vocal melody and piano accompaniment. The lyrics are 'Wan - dern hielt mich mun - ter hin auf un - wirt - ba - rem We - ge. Die'. The piano part includes a 'p' dynamic marking.

Fü - ße fragen nicht nach Rast, es war zu kalt zum Stehen; der Rück - ken fühlte



The third line of the song concludes the vocal melody and piano accompaniment. The lyrics are 'Fü - ße fragen nicht nach Rast, es war zu kalt zum Stehen; der Rück - ken fühlte'. The piano part includes a '(leise)' dynamic marking and a 'pp' marking at the end.

(stark) *(leise)*
kei - ne Last, der Sturm half fort mich we - hen, der

cresc. *pp*

(stark)
Rücken fühlte kei - ne Last, der Sturm half fort mich we - hen.

cresc. *p*

decresc.

CONCOURS D'ENTRÉE 2008-2009
FORMATION SUPERIEURE AUX METIERS DU SON

Lundi 2 juin 2008 - 14H00 à 20H00

Mise en loge

Harmonisation d'une mélodie tonale

Muet

Handwritten musical score for the first system of 'Muet'. The score is written on four staves (treble and bass clefs) and includes a piano (p) dynamic marking. The melody is written in the treble clef, and the accompaniment is in the bass clef. The key signature is one flat (B-flat major or D minor), and the time signature is 3/4. The melody consists of a series of eighth and quarter notes, with some slurs and accents.

Handwritten musical score for the second system of 'Muet'. The score is written on four staves (treble and bass clefs). The melody continues in the treble clef, and the accompaniment is in the bass clef. The key signature remains one flat, and the time signature is 3/4. The melody features a mix of eighth and quarter notes, with some slurs and accents.

Handwritten musical score for the third system of 'Muet'. The score is written on four staves (treble and bass clefs). The melody continues in the treble clef, and the accompaniment is in the bass clef. The key signature remains one flat, and the time signature is 3/4. The melody includes a mezzo-forte (mf) dynamic marking and a piano (p) dynamic marking. The melody consists of a series of eighth and quarter notes, with some slurs and accents.

Lundi 2 juin 2008 - 14H00 à 20H00

2

A grand staff consisting of a treble clef staff and four bass clef staves. The treble staff contains handwritten musical notation for six measures. The notation includes various note values (quarter, eighth, and sixteenth notes), rests, and accidentals (sharps and naturals). There are also some handwritten symbols below the treble staff, including a large 'Z' and a 'V'. The four bass staves are empty.

Eight sets of empty musical staves, each consisting of a treble clef staff and four bass clef staves, arranged vertically below the first staff.

CONSERVATOIRE NATIONAL SUPERIEUR DE MUSIQUE ET DE DANSE DE PARIS
CONCOURS D'ENTREE 2008-2009
FORMATION SUPERIEURE AUX METIERS DU SON

Lundi 2 juin 2008 - 14H00 à 20H00

Mise en loge

Harmonisation d'une mélodie tonale

Conseils :

Vous pouvez harmoniser cette mélodie, selon vos études ou votre pratique antérieure de la musique, soit :

- 1) Pour piano, sur les deux portées habituelles
- 2) Pour quatuor à cordes (deux violons, alto et violoncelle).

Ne vous croyez pas obligés d'écrire beaucoup de notes, n'ayez surtout pas peur des silences. Il peut arriver qu'un seul accord soit suffisant pour toute une mesure. Les silences ne sont donc pas interdits : ils valent mieux qu'une faute d'oreille ou une faute de goût.

Si vous n'arrivez pas à terminer, ne vous en effrayez pas. Quelques lignes parfaites valent mieux qu'un tout médiocre.

Ne cherchez pas de complications. N'ayez pas peur de la simplicité.

Ecrivez directement sur le sujet.

Choisissez dans la liste ci-dessous les tendances musicales s'appliquant à chaque morceau que vous allez entendre.

Styles musicaux :

- Rythm'n blues
- Hip Hop
- Jazz
- Musique Touareg
- Pop Rock
- Bossa Nova
- Blues
- Musique du Mali
- Jazz Afro-cubain
- Blues Rock
- Trip Hop
- Rock Sudiste
- Musique des Balkans

Veillez à bien noter bien le numéro de la série écoutée.

NOM :

Prénom :

SERIE N° :

Extrait 1 : _____

Extrait 2 : _____

Extrait 3 : _____

Choisissez dans la liste ci-dessous les tendances musicales s'appliquant à chaque morceau que vous allez entendre.

Styles musicaux :

- Rythm'n blues
- Hip Hop
- Jazz
- Musique Touareg
- Pop Rock
- Bossa Nova
- Blues
- Musique du Mali
- Jazz Afro-cubain
- Blues Rock
- Trip Hop
- Rock Sudiste
- Musique des Balkans

Veillez à bien noter bien le numéro de la série écoutée.

NOM :

Prénom :

SERIE N° :

Extrait 1 : _____

Extrait 2 : _____

Extrait 3 : _____

FORMATION SUPERIEURE AUX METIERS DU SON
CONCOURS D'ENTREE 2008-2009
EPREUVES D'ADMISSION
Mardi 3 juin 2008

ECOUTE CRITIQUE

Vous allez entendre deux séries de quatre enregistrements. Chaque série est consacrée à un extrait d'une œuvre dans quatre versions différentes.

Premier extrait : extrait du premier mouvement de la sonate op.111 de Beethoven pour piano.

Deuxième extrait : extrait de la symphonie fantastique de Berlioz
Tous les enregistrements sont calés sur le même niveau maximum électrique.

1. Il vous est demandé d'analyser l'image sonore de chaque enregistrement. Il ne vous est pas nécessairement demandé de parler de techniques de prise de son, mais de vous placer dans la position d'un auditeur "audiophile" averti.

Vous pouvez à cette fin utiliser les critères que vous utilisez habituellement à l'écoute d'une musique enregistrée, en précisant au préalable ce qu'ils ont pour signification.

Vous pouvez également caractériser les enregistrements par les exemples de critères comme : dynamique, équilibre spectral de l'enregistrement, largeur et profondeur du sujet de prise de son, plan de la prise son (proche, moyen, lointain etc.), sensation d'espace, définition du sujet, homogénéité de l'enregistrement...

2. A l'issue des écoutes, vous disposerez d'un temps de rédaction de 45 minutes pendant lequel vous mettrez au propre les notes prises précédemment. Il vous est demandé de rédiger une synthèse indépendante de ces notes pour chacune des deux séries. Dans ces synthèses vous exposerez notamment les raisons pour lesquelles vous avez une préférence pour une esthétique plutôt qu'une autre, en tenant compte éventuellement de critères liés à l'écriture musicale (répertoire, type d'œuvre, etc). En guise de conclusion, vous exposerez votre point de vue sur le rôle de l'ingénieur du son dans ce type d'enregistrements.

Conservatoire National Supérieur de Musique et de Danse de Paris

FORMATION SUPÉRIEURE AUX MÉTIERS DU SON

CONCOURS D'ENTRÉE 2008 ÉPREUVE D'ANALYSE SONORE

Décalages musicaux

L'adéquation de la bande sonore est, depuis l'origine du cinéma parlant, l'un des soucis majeurs des cinéastes et des auteurs de musique de film. Le syndrome de la « musique qui colle au récit » est à ce point ancré dans les impératifs de production cinématographique que celle-ci finit, dans bon nombre de cas, par se limiter à des valeurs qui lui paraissent sûres au détriment de l'innovation créative. La principale conséquence de cet académisme est la réduction de certaines partitions sonores à des archétypes convenus, trop souvent insipides et ennuyeux pour ne pas dire insupportables et ridicules.

A l'opposé, certains auteurs cherchent à se démarquer de cette orthodoxie en proposant des partitions « inattendues » au regard des critères en usage dans le contexte lié au genre, au pays et à la date de production. On peut, dans ce cas, parler de « partition décalée » en tenant compte du fait que ces décalages peuvent prendre des formes très diversifiées allant du simple contresens historique à l'écriture contrapunctique la plus élaborée.

Travail proposé.

Pour vous permettre de réfléchir à l'apport que peut présenter la mise en œuvre d'une « musique décalée », une quinzaine d'extraits, de natures différentes, vous sont présentés. A l'issue de la projection, vous disposerez de deux heures pour nous faire partager vos sentiments sur l'intérêt du procédé en prenant principalement en compte ses incidences perceptives et créatrices.

Liste des films dont sont tirés les extraits

Citation de Martin Scorsese

- 1) **Batoru rowaiaru (2000)** Kinji Fukasaku : **Générique**
- 2) **Guns (1999)** Jake Scott
- 3) **Prizzi's Honor (1985)** John Huston
- 4) **Quasimodo d'El Paris (1999)** Patrick Timsit : **Générique**
- 5) **Chacun cherche son chat (1996)** Cédric Klapisch
- 6) **Grand blond avec une chaussure noire, Le (1972)** Yves Robert
- 7) **Chien enragé (1949)** Akira Kurosawa
- 8) **Oldboy (2003)** Chan-wook Park
- 9) **The Snake Pit (1948)** Anatole Litvak
- 10) **Je ne suis pas là pour être aimé (2005)** Stéphane Brizé
- 11) **Kill Bill: Vol. 2 (2004)** Quentin Tarantino : **Générique final**
- 12) **My Summer of Love (2004)** Pawel Pawlikowski
- 13) **Battle Royale (2000)** Kinji Fukasaku
- 14) **Auschwitz** Documentaire
- 15) **Zatôichi (2003)** Takeshi Kitano

CNSM concours d'entrée FSM5 - Epreuves écrites de formation musicale

Dictée à 1 et 2 voix

Handwritten musical notation for a dictation exercise. It consists of four systems of staves. Each system has a treble clef staff and a bass clef staff. The key signature is two sharps (F# and C#), and the time signature is 6/8. The notation includes various rhythmic values, accidentals, and phrasing slurs.

dictée d'accords

Handwritten musical notation for a dictation exercise of chords. It shows ten numbered measures (1-10) with chord symbols written above the notes. The key signature is two sharps (F# and C#). Measure 10 has a 'b' below the note, and measure 10 in the bass clef has a '(b)' below the note.

dictées atonales

Handwritten musical notation for atonal dictation. It shows two systems of staves. The first system has a treble clef staff with a 2/4 time signature and a box around the first measure. The second system has a treble clef staff with a 3/4 time signature and a box around the first measure. The notation includes various rhythmic values, accidentals, and phrasing slurs.

BERG: cto à la
mémoire d'un
ange
1er mot - Mes. 84 à 91

BERG: Wozzeck
Acte 1 - Scène 4 mes. 625

Dépistage de fautes

Feuille du professeur

Le professeur joue ce qui est écrit en rouge à la place de ce qui est écrit en noir

Adagio

espressivo

First system of the musical score. It consists of two staves (treble and bass clef) in a 6/8 time signature. The key signature has three flats. The music begins with a forte (*f*) dynamic. Above the treble staff, there are red fingerings: 3 1 2, 4 2 1 1 1, 3 1, and 4 2 2 3 4. Below the bass staff, there are red fingerings: 1 2, 1 2, and 1 2. Dynamics include *f*, *p*, *f*, *p*, and *f*.

Second system of the musical score. It consists of two staves. The music continues with dynamics *p*, *f*, *p*, *f*, and *p*. A box containing the number 10 is placed above the treble staff. Below the bass staff, there are red fingerings: 4, 5, 5, and 5. The word *legato* is written below the bass staff.

Third system of the musical score. It consists of two staves. The music continues with dynamics *f*, *p*, *f*, and *p*. Below the bass staff, there are red fingerings: 4, 5, 4, 5, and 3 4.

Fourth system of the musical score. It consists of two staves. The music continues with dynamics *f*, *f*, *p*, and *f*. A box containing the number 20 is placed above the treble staff. Below the bass staff, there are red fingerings: 5, 4, 5, 4, 5, 2, and 5. The word *tr* (trill) is written above the treble staff, and *8 VA* is written above the bass staff.

Fifth system of the musical score. It consists of two staves. The music continues with dynamics *p* and *f*. Above the treble staff, there are red fingerings: 5 3 2 1, 5 2 1, 4 2, and 5 3 1. Below the bass staff, there are red fingerings: 4 2 and 4 2.

Mozart: Sonate pour piano n°2 K280

DEPISTAGE DE FAUTES

Adagio
tr *espressivo*

f *p* *f* *p* *f*

40

p *f* *p* *f* *p*

*p*⁵ *legato* *f* *p*

f *p* *f* *p*

*f*⁴ *p* *f*⁴ *p*

a) 3

20

f *p* *f* *p*

*f*⁴ *p* *f*⁴ *p*

p *f* *p* *f*

p *f*