

Formation Supérieure aux Métiers du Son
Concours d'entrée 2019 : épreuve de Culture musicale
Lundi 6 mai 2019 - Salle M. Fleuret
Analyse comparée

Extrait n°1 :

Arnold Schönberg (1874-1951) : *Nun sag ich dir*, extrait des *Gurrelieder* (1901-11)
Texte de Jens Peter Jacobsen, traduit du danois en allemand par Robert Franz Arnold

Extrait n°2 :

Arnold Schönberg : *Die rote Messe*, extrait de *Pierrot Lunaire* (1912)
Texte de Pierre-Albert Giraud, traduit du français en allemand par Otto-Erich Hartleben

En 1900, lorsqu'il commence la rédaction de la première partie des *Gurrelieder* (dont est extrait le *Lied Nun sag ich dir*), Arnold Schönberg demeure un compositeur encore inconnu à Vienne, sa ville natale. Il n'a publié que des *Lieder*; son sextuor à cordes *La Nuit transfigurée* (1899) n'est pas encore créé (il le sera en 1902) et il n'a pas écrit d'œuvre orchestrale. Dix ans plus tard, il est un auteur entré dans l'histoire, et son cycle *Pierrot Lunaire*, donné en première audition à Berlin en 1912, est reconnu d'emblée comme une partition phare du XX^e siècle.

Quelles sont les différences entre les deux extraits et les aspects du langage qui permettent de mesurer l'évolution de Schönberg en si peu de temps ? Quels sont les héritages sensibles au sein des *Gurrelieder* et que deviennent-ils dans *Pierrot* ? Comment, enfin, Schönberg se situe-t-il par rapport aux concepts d'histoire, de tradition, de modernité, voire d'avant-garde prégnants à l'époque ?

Votre démonstration pourra porter sur le caractère, la forme, le tissu vocal et instrumental, le langage harmonique, la conception de la thématique, les éléments d'écriture ... ainsi que tout autre élément vous paraissant approprié - y compris des allusions à d'autres auteurs ou d'autres champs disciplinaires.

N'oubliez pas de commenter le choix et la nature des poèmes. Pour mieux appréhender la figure de Pierrot, issue de la *Commedia dell'arte*, rappelez-vous que le personnage est *aussi* une incarnation de l'artiste au début du siècle. Quant aux *Gurrelieder*, ils mettent en présence un roi (Volmer) et son amante (Tove : c'est elle qui chante le *Lied Nun sag ich dir*) qui sera empoisonnée par la reine, le roi sombrant alors dans la folie et le blasphème.

Nun sag ich dir zum ersten Mal:
„König Volmer, ich liebe dich!“
Nun, küß ich dich zum erstenmal,
Und schlinge den Arm um dich.
Und sprichst du, ich hätt' es schon früher gesagt
Und je meinen Kuß dir geschenkt,
So sprich' ich: „Der König ist ein Narr,
Der flüchtigen Tandes gedenkt.
" Und sagst du: „Wohl bin ich solch ein Narr“,
So sprich' ich: „Der König hat recht“;
Doch sagst du: „Nein, ich bin es nicht“,
So sprich' ich: „Der König ist schlecht.“
Denn all meine Rosen küßt'
ich zu tot, Dieweil ich deiner gedacht.

Rote Messe

Zu grausem Abendmahle,
Beim Blendeglanz des Goldes,
Beim Flackerschein der Kerzen,
Naht dem Altar - Pierrot !
Die Hand, die gottgeweihte,
Zerreißt die Priesterkleider,
Zu grausem Abendmahle
Beim Biendeglanz des Goldes.
Mit segnender Geberde
Zeigt er den banger Seelen
Die tiefend rote Hostie :
Sein Herz - in blutgen Fingern -
Zu grausem Abendmahle !

Pour la première fois,
je te dis, Ô roi Volmer, je t'aime,
Je te donne un premier baiser
Et je te serre sur mon cœur.
Si tu dis que j'ai déjà ainsi parlé,
Qu'un jour tu reçus mon baiser,
Je réponds : « Le roi Volmer est fou, Qui pense à
ces bagatelles. »
Si tu dis : « Oui, c'est vrai, je suis fou »,
Je réponds : « Le roi a raison »,
Mais dis-tu : « Je ne le suis pas »,
Alors moi : « Le roi est méchant »,
Car toutes mes roses, sous mes baisers,
Se flétrirent, tant je pensais à toi.

Messe rouge

*Pour la cruelle Eucharistie,
Sous l'éclair des ors aveuglants
Et des cierges aux feux troublants,
Pierrot sort de la sacristie.
Sa main, de la Grâce investie,
Déchire ses ornements blancs,
Pour la cruelle Eucharistie,
Sous l'éclair des ors aveuglants,
Et d'un grand geste d'amnésie
Il montre aux fidèles tremblants
Son cœur entre ses doigts sanglants,
Comme une horrible et rouge hostie
Pour la cruelle Eucharistie.*

Concours d'entrée 07 mai 2019 : Epreuve de mathématique
Durée : 3 heures (Sans document, sans calculatrice)

Dans toute l'épreuve, on notera i le nombre imaginaire : $i = \sqrt{-1}$

Exercice 1 (Fonctions de transfert, décomposition en éléments simples, calcul intégral, série)

On considère la fonction de la variable réelle x où a est une constante réelle : $g(x) = \frac{1}{x+a}$

1. Déterminer l'expression, en fonction de $n!$ et $(-1)^n$, de la dérivée $n^{\text{ième}}$ de $g(x)$:

$$g^{(n)}(x) = \frac{d^n g}{dx^n}$$

On considère la fraction rationnelle de polynômes suivante où la variable x est réelle :

$$f(x) = \frac{-4x-10}{x^3+8x^2+19x+12}$$

2. Calculer les pôles et les zéros de $f(x)$.
3. Donner la décomposition en éléments simples de $f(x)$.
4. En déduire l'expression de $F(x)$ primitive de $f(x)$.
5. Calculer la valeur exacte de l'intégrale : $I = \int_0^1 f(x) dx$
6. A partir du résultat établi à la question n°1, déduire l'expression de $f^{(n)}(x)$, dérivée $n^{\text{ième}}$ de $f(x)$ par rapport à x , avec n entier.

On pose, pour les questions suivantes : $S_n = \sum_{k=0}^n \left(\frac{-4k-10}{k^3+8k^2+19k+12} \right)$,

7. Exprimer S_n en fonction de n .
8. En déduire $\lim_{n \rightarrow +\infty} (S_n)$

Exercice 2 (Fonctions de 2 variables et calcul différentiel)

On considère les fonctions f et g suivantes où x et y sont des variables réelles :

$$f(x, y) = y[\ln^2(y) - 3(2x - 1)^2] \text{ avec } y > 0 \quad \text{et} \quad g(x, y) = x^2 y^3 + e^{x^2 y}$$

1. Calculer les dérivées partielles premières de f : $\frac{\partial f}{\partial x}(x, y)$ et $\frac{\partial f}{\partial y}(x, y)$ et exprimer le vecteur gradient de f noté $\vec{\nabla}f(x, y) = \left[\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y} \right]$

On admet que les points stationnaires d'une fonction $f(x, y)$ sont les points qui annulent son vecteur gradient, soit $\vec{\nabla}f(x, y) = \left[\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y} \right] = \vec{0}$

2. Déterminer les coordonnées du (ou des) point(s) stationnaire(s) de la fonction f .

On appelle matrice Hessienne de la fonction f la matrice $H(x,y)$ définie par

$$H(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} & \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \end{bmatrix}$$

3. Calculer les dérivées partielles secondes de f : $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2}(x, y)$, $\frac{\partial^2 f}{\partial y^2}(x, y)$, $\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}(x, y)$, $\frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x}(x, y)$ et en déduire la matrice Hessienne de f .
4. Calculer les dérivées partielles premières de g : $\frac{\partial g}{\partial x}(x, y)$ et $\frac{\partial g}{\partial y}(x, y)$ et exprimer le vecteur gradient de g noté $\vec{\nabla}g(x, y) = \left[\frac{\partial g}{\partial x}, \frac{\partial g}{\partial y} \right]$
5. Déterminer les coordonnées du (ou des) point(s) stationnaire(s) de la fonction g .
6. Calculer les dérivées partielles secondes de g : $\frac{\partial^2 g}{\partial x^2}(x, y)$, $\frac{\partial^2 g}{\partial y^2}(x, y)$, $\frac{\partial^2 g}{\partial x \partial y}(x, y)$, $\frac{\partial^2 g}{\partial y \partial x}(x, y)$ et en déduire la matrice Hessienne de g .

Exercice 3 (Systèmes linéaires –inéquations - fonction logarithme en base a et exponentielle)

1. Résoudre dans \mathbb{R} les systèmes suivant :

$$(a) \begin{cases} x + y = \ln\left(\frac{1}{3}\right) \\ 2e^x - e^{-y} = -9 \end{cases} \quad (b) \begin{cases} \log_x(10) + \log_y(10) = 4 \\ \log(xy) = -\frac{4}{5} \end{cases} \quad (c) \begin{cases} x + y = -2\ln(5) \\ e^{2x} - e^{-y} = -100 \end{cases}$$

Indication : on rappelle que **log** est le logarithme en base 10 et que

$$\mathbf{log}_a(x) = \frac{\ln(x)}{\ln(a)} = \frac{\log(x)}{\log(a)}$$
 désigne plus généralement le logarithme en base a

2. Déterminer le plus petit entier n tel que

a) $\left(\frac{1}{8}\right)^{\frac{n}{5}} \leq 10^{-12}$

b) $(0,27)^{\frac{n}{4}} \leq 0.00001$

on donne : $\log(2) \approx 0.301$ et $\log(3) \approx 0.477$

Exercice 4 (Décomposition en éléments simples, calcul intégral, intégration par parties)

L'objectif de cet exercice est de calculer une intégrale de la fonction f définie sur \mathbb{R} par : $f(x) = e^{-2x} \ln(1 + e^{2x})$.

1. Donner la décomposition en éléments simple de la fonction $g(t) = \frac{1}{t(t+1)}$ où t est une variable réelle strictement positive.
2. En déduire la valeur exacte de $J = \int_{e^{-2}}^1 g(t) dt$
3. En utilisant successivement le changement de variable $t = e^{2x}$, une intégration par parties et les résultats des questions précédentes, calculer la valeur exacte de

$$I = \int_{-1}^0 f(x) dx$$

Exercice 5 (Nombres complexes et polynômes)

Résoudre dans \mathbb{C} , espace des nombres complexes les équations suivantes

1. $z^2 - iz - (1 + i) = 0$
2. $z^2 - (3 + 2i)z + 1 + 3i = 0$
3. $z^3 + (4 - 5i)z^2 + (8 - 20i)z - 40i = 0 \Rightarrow$ Indication : rechercher une racine complexe z_1 imaginaire pure de la forme $z_1 = bi$ où b est un nombre réel que l'on déterminera.

Exercice 6 (Fonction de résonance – « Larsen »)

L'objectif de cette étude est de tracer la courbe représentative de la fonction $f(x) = x \cos(x)$.

Les questions posées dans cet exercice ont pour objectif de déterminer des méthodes graphiques pour la recherche des points singuliers de la courbe représentative de f (extremums, racines, points d'inflexion, tangentes) pour en faciliter sa représentation.

Un soin particulier sera donc attendu pour le tracé de cette fonction et la mise en évidence des liens entre les différents graphiques.

On considère la fonction cotangente g définie par : $g(x) = \cot(x) = \frac{\cos(x)}{\sin(x)}$

1. Déterminer le domaine de définition D_g de la fonction cotangente.
2. Etudier la parité et donner la période T de g .
3. Calculer la dérivée $g'(x)$ et dresser le tableau de variation de g sur l'intervalle $I = [0, T]$. On indiquera sur ce tableau la valeur qui annule $g(x)$ ainsi que les images en $\pi/4$ et $3\pi/4$.
4. Calculer les limites aux bornes du domaine d'étude $I = [0, T]$ et préciser s'il y a lieu, la présence d'asymptotes et leur nature.

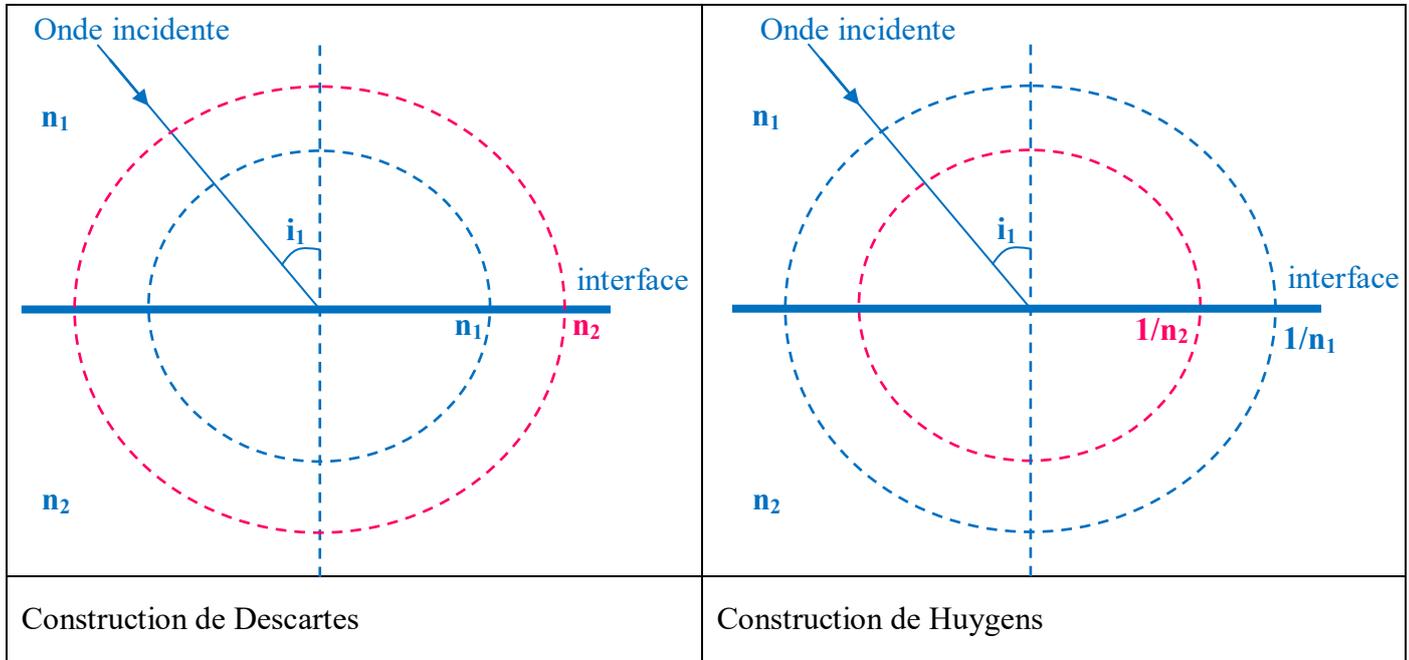
On considère la fonction f définie sur \mathbb{R} par : $f(x) = x \cos(x)$ et on notera (C_f) la courbe représentative de f .

5. Etudier la parité de f et montrer que l'on peut restreindre l'étude de f sur \mathbb{R}_+ .
6. Montrer que pour tout réel x positif : $-x \leq f(x) \leq x$. Que pouvez vous en déduire graphiquement sur la courbe (C_f) relativement aux droites $(\Delta_1) : y = x$ et $(\Delta_2) : y = -x$?
7. Donner les coordonnées des points d'intersection de (C_f) et (Δ_1) ainsi que ceux de (C_f) et (Δ_2)
8. Calculer la dérivée $f'(x)$.
9. Montrer que les racines de la dérivée vérifient une équation faisant intervenir la fonction cotangente g étudiée précédemment.
10. Déduire de la question précédente une méthode graphique pour trouver les extremums de la fonction f . Expliciter clairement la méthode graphique.
11. Montrer que les droites $(\Delta_1) : y = x$ et $(\Delta_2) : y = -x$ sont tangentes à la courbe (C_f) aux points dont les abscisses sont les valeurs où la fonction cotangente g n'est pas définie.
12. En utilisant **l'échelle suivante (en $x : 6 \text{ cm} \rightarrow \pi \text{ rad}$ et en $y : 1 \text{ cm} \rightarrow 2 \text{ unités}$)** représenter pour x appartenant à l'intervalle $[0, 4\pi]$ les courbes suivantes :
 - (C_g) la courbe représentative de g et ses asymptotes. Pour plus de précision, on veillera à placer les points de g à certains angles remarquables $\pi/6 ; \pi/4 ; \pi/3$ ou leurs multiples bien choisis (indication : $\sqrt{2} \approx 1,41 ; \sqrt{3} \approx 1,73$)
 - les droites $(\Delta_1) : y = x$ et $(\Delta_2) : y = -x$
13. En déduire le signe de la dérivée $f'(x)$ sur $[0 ; \pi]$ puis dresser à l'aide de considérations de symétrie le tableau de variation de f sur $[0, 4\pi]$. On notera successivement α_i (avec $i=1,2,3 \dots$) les abscisses des extremums de f .
14. Résoudre $f(x) = 0$ sur $[0, 4\pi]$ et placer les points correspondants sur le graphique.
15. Positionner sur le graphique les extremums de f et tracer les demi-tangentes horizontales associées.
16. Tracer la courbe (C_f) en utilisant les points singuliers mis en évidence par l'étude graphique.
17. Calculer la dérivée seconde $f''(x)$.
18. Montrer que l'on peut retrouver graphiquement les points d'inflexion de f à l'aide d'une fonction simple notée $h(x)$ dont on donnera l'expression algébrique. Expliciter clairement la méthode graphique.
19. Tracer (C_h) courbe représentative de h sur le même graphique.
20. Placer les points d'inflexion de f , notés successivement A_i (avec $i=1,2,3 \dots$) et tracer les tangentes à (C_f) en ces points.

Concours d'entrée 07 mai 2019 : Epreuve de physique
Durée : 3 heures (Sans document, sans calculatrice)

Dans toute l'épreuve, on notera j le nombre imaginaire : $j = \sqrt{-1}$ et l'on pourra noter $\frac{dy(t)}{dt} = \dot{y}(t)$

Exercice 1 (réfraction-réflexion)



Les constructions de Descartes et d'Huygens sont des méthodes graphiques qui permettent, à partir de la connaissance du rayon incident, de tracer les rayons réfléchi et réfracté à l'interface entre deux milieux d'indices de réfraction différents. Descartes propose de tracer deux cercles dont les rayons sont proportionnels aux indices n_1 et n_2 des milieux traversés. Huygens, quand à lui, propose de tracer deux cercles dont les rayons sont proportionnels aux inverses des indices des milieux traversés, soit proportionnels à $\frac{1}{n_1}$ et $\frac{1}{n_2}$, puis de tracer deux tangentes à ces cercles convenablement choisies.

On se propose dans la suite de l'exercice de démontrer graphiquement la justesse de ces techniques de construction. **La démonstration étant purement graphique, un soin particulier est attendu sur les tracés et sur les justifications géométriques que vous serez amenés à développer.**

On considèrera que le rayon incident passe du verre d'indice $n_1 = \frac{3}{2}$, à l'air d'indice $n_2 = 1$.

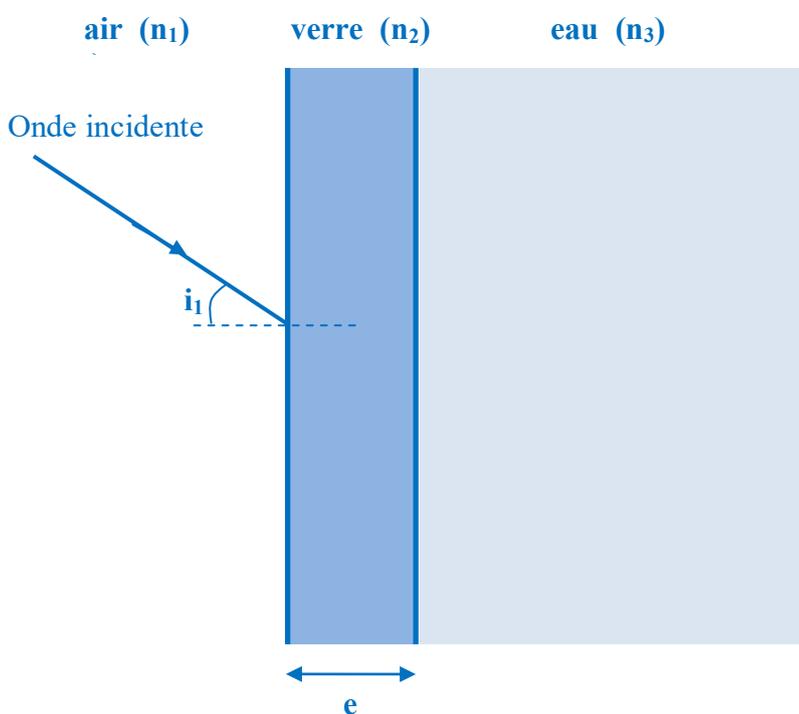
1. Tracer sur une feuille quadrillée fournie la construction de Descartes en précisant l'échelle choisie pour convertir les indices de réfraction n_1 et n_2 . Prendre une échelle adaptée afin d'avoir une figure suffisamment grande pour les besoins de la justification graphique.
2. Tracer sur cette construction de Descartes un rayon incident en choisissant un angle d'incidence pour lequel le rayon réfracté existe et montrer à l'aide de considérations géométriques que la construction de Descartes permet de retrouver les deux lois de Snell-Descartes liant les angles d'incidence i_1 , de réflexion i_R et de réfraction i_2 . On fera explicitement apparaître les rayons réfléchi et réfracté et on laissera apparents les traits de constructions.
3. En utilisant une couleur différente de celle utilisée pour les tracés précédents, représenter sur le graphique précédent le rayon incident correspondant à l'angle d'incidence limite au-delà duquel il

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

n'y a plus de réfraction. On fera explicitement apparaître avec la même couleur les rayons réfléchis et réfractés associés et on laissera apparents les traits de constructions de la méthode de Descartes.

4. Tracer sur une autre feuille quadrillée fournie la construction de Huygens en précisant l'échelle choisie pour convertir les inverses des indices de réfraction n_1 et n_2 . Prendre une échelle adaptée afin d'avoir une figure suffisamment grande pour les besoins de la justification graphique.
5. Tracer sur cette construction de Huygens un rayon incident en choisissant un angle d'incidence pour lequel le rayon réfracté existe et montrer, à l'aide du tracé de deux tangentes aux cercles bien choisies, que la construction de Huygens permet de retrouver les deux lois de Snell-Descartes liant les angles d'incidence i_1 , de réflexion i_R et de réfraction i_2 . On fera explicitement apparaître les rayons réfléchis et réfractés et on laissera apparents les traits de constructions.

Application : On considère les parois d'un aquarium à faces parallèles d'épaisseur e sur lequel arrive une onde incidente selon le schéma ci-dessous.



Données :

$$n_1 = 1$$

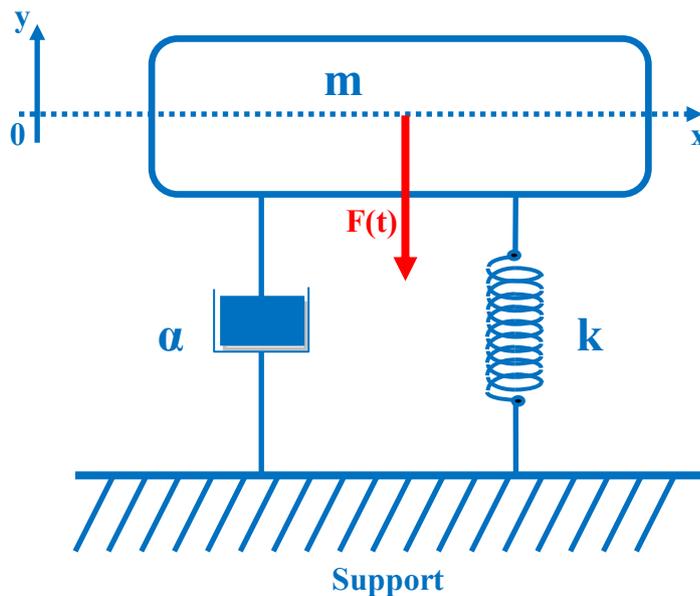
$$n_2 = \frac{3}{2}$$

$$n_3 = \frac{4}{3}$$

$$e = 10 \text{ mm}$$

6. Dans cette configuration, est-il possible de se placer dans les conditions d'une réflexion totale des rayons arrivant sur l'aquarium depuis l'extérieur. Justifier à l'aide d'une construction de Descartes.
7. Sur une feuille quadrillée fournie et en adoptant l'échelle suivante (1 cm représente 2 mm) pour représenter l'épaisseur de verre de la paroi, utiliser la construction de Descartes pour représenter la marche du rayon lumineux lors de la traversée des différents milieux. On fera explicitement apparaître les cercles sur chaque interface traversée et l'on précisera l'échelle choisie pour convertir les indices de réfraction n_1 et n_2 . On laissera apparents les traits de constructions.

Exercice 1 (accéléromètre à une dimension)



Un accéléromètre unidimensionnel peut être modélisé par un système masse-ressort-amortisseur selon le schéma ci-contre. Tout mouvement vertical du support sur lequel est fixé l'accéléromètre se traduit par un mouvement de la masselotte le constituant. On notera $y(t)$ le déplacement de cette masselotte par rapport à sa position d'équilibre de repos en l'absence de mouvement du support. On posera donc que la **position initiale** $y_0 = y(t=0) = 0$. On considèrera également que la **vitesse initiale de la masselotte est nulle à $t=0$** soit

$$\frac{dy}{dt}(t=0) = \dot{y}(t=0) = 0.$$

On notera m la masse du système, k la raideur du ressort de rappel, α le coefficient de frottement visqueux de l'amortisseur. Les mouvements du support génèrent sur l'accéléromètre une force verticale d'intensité $F(t)$ traduisant les mouvements de translation verticaux du support. On s'intéresse à l'évolution du déplacement $y(t)$ en mètre de la masselotte en réponse aux sollicitations de cette force $F(t)$ en Newton.

8. Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la position verticale $y(t)$ du système en fonction des grandeurs m , k , α et $F(t)$.
9. Montrer que l'on se retrouve mathématiquement face à une équation différentielle du second ordre que l'on nommera **(E)** et l'écrire sous la forme canonique suivante :

$$\text{(E)} : \frac{1}{\omega_0^2} \frac{d^2y(t)}{dt^2} + \frac{2\xi}{\omega_0} \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = Kx(t) \quad \text{ou encore} \quad \text{(E)} : \frac{1}{\omega_0^2} \ddot{y}(t) + \frac{2\xi}{\omega_0} \dot{y}(t) + y(t) = Kx(t)$$

où l'on note $x(t)$ la sollicitation d'entrée, $y(t)$ la réponse en sortie du système et où :

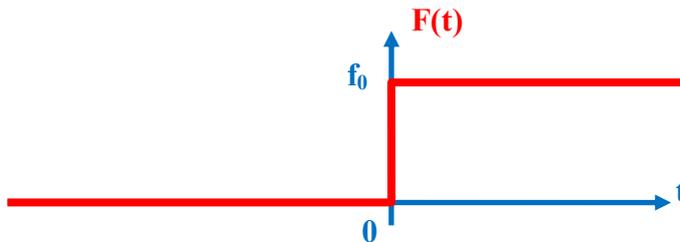
- K désigne le gain statique ou sensibilité du système (de dimension le rapport des unités de la réponse $y(t)$ et de la sollicitation d'entrée $x(t)$)
 - ξ son coefficient d'amortissement (sans unité)
 - ω_0 sa pulsation propre (en rad.s^{-1})
10. En déduire les paramètres caractéristiques K , ξ et ω_0 de ce système et les exprimer littéralement en fonction des grandeurs physiques m , k et α . Précisez l'unité de la sensibilité K du système.
 11. Ecrire l'équation différentielle homogène **(E₀)** associée à l'équation différentielle **(E)**.
 - a) Montrer à partir de cette équation caractéristique qu'il y aura 3 cas de figure à considérer en fonction de la valeur du coefficient d'amortissement ξ .
 - b) Exprimer, pour chacun des 3 cas, la condition sur ξ et nommer le régime de solutions associé.
 - c) Exprimer, pour chacun des 3 régimes, la condition sur le coefficient de frottement visqueux α de l'accéléromètre en fonction de sa masse m et de sa raideur k .

- d) Résoudre l'équation différentielle homogène (E_0) et exprimer, pour chacun des 3 régimes, ses solutions homogènes notées $y_h(t)$. On notera C_1 et C_2 les constantes qu'induit la résolution de (E_0) .

On s'intéresse à la réponse du système à une sollicitation mécanique $F(t)$ de type échelon, c'est-à-dire $F(t) = f_0 \cdot u(t)$ où $u(t)$ désigne l'échelon de Heavyside, décrit analytiquement ci-contre :

$$u(t) = \begin{cases} 1 & \text{pour } t \geq 0 \\ 0 & \text{pour } t < 0 \end{cases}$$

on a donc la représentation temporelle de l'entrée $F(t)$ ci-dessous :



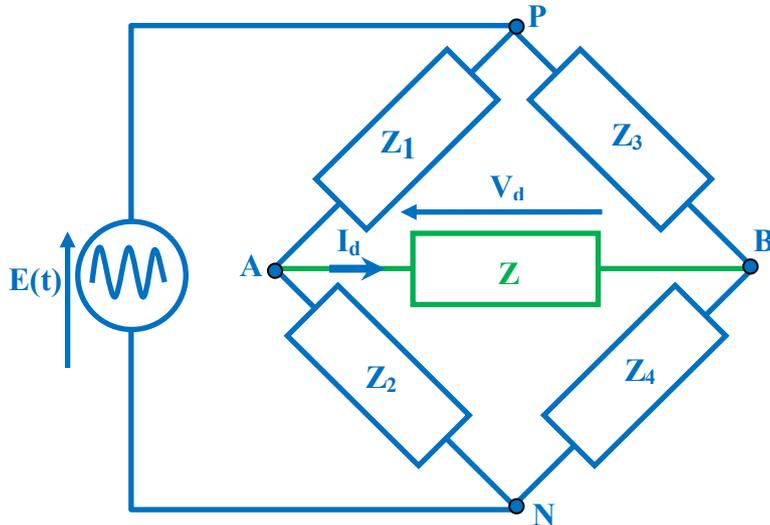
12. Montrer qu'il existe une solution particulière de l'équation différentielle (E) de type constante, c'est-à-dire de la forme $y_p(t) = y_0$ et exprimer la constante y_0 en fonction de f_0 et K .
13. En déduire pour chacun des 3 régimes les expressions littérales, en fonction de f_0 , K , ξ , ω_0 et des constantes C_1 et C_2 des solutions générales de l'équation différentielle (E) .
14. Exprimer, pour chacun des 3 régimes, les constantes C_1 et C_2 en fonction de f_0 , K , et ξ , à partir des conditions initiales rappelées ci-dessous :

$$\begin{cases} y(0) = 0 \\ \frac{dy}{dt}(0) = \dot{y}(0) = 0 \end{cases}$$

15. En déduire pour chacun des 3 régimes, les expressions de la solution $y(t)$ de l'équation différentielle (E) , en fonction de f_0 , K , et ξ et ω_0 .
16. Calculer, pour chacun des 3 régimes, le déplacement en régime permanent $y_\infty = \lim_{t \rightarrow +\infty} [y(t)]$
17. Tracer sur le même système d'axes, pour chacun des 3 régimes, l'allure du déplacement $y(t)$. On veillera à indiquer à quel régime se rapporte chaque courbe et on fera explicitement apparaître la valeur du déplacement en régime permanent y_∞ .

Exercice 2 (pont de Wheastone en impédances complexes)

Le pont de Wheastone est un outil de mesure utilisé généralement pour déterminer des grandeurs électriques inconnues. Selon la grandeur recherchée, le pont de Wheastone peut être alimenté par une source de tension continue ou alternative. Les dipôles sur les branches périphériques du pont sont constitués soit d'impédances complexes soit de résistances.



Le schéma électrique ci-contre représente un pont de Wheastone alimenté par un générateur de tension alternatif de force électromotrice $E(t)$. La résistance interne du générateur sera négligée par rapport aux autres impédances du circuit. Pour généraliser l'étude proposée dans ce problème, les branches périphériques de ce pont sont constituées d'impédances complexes Z_1 , Z_2 , Z_3 et Z_4 .

Le pont est dit équilibré lorsque l'intensité du courant I_d (appelé courant de déséquilibre) traversant l'impédance Z située sur la branche AB est nulle ($I_d = 0$). On utilise donc généralement un ampèremètre placé en sortie de pont entre A et B pour mesurer ce courant de déséquilibre I_d et en déduire si l'équilibre est atteint ou non. L'impédance Z entre A et B modélise donc ici l'impédance interne de l'ampèremètre.

Les parties A et B du problème peuvent être traitées séparément.

Partie A (démonstration de la condition d'équilibre du pont : $Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$)

- Déterminer l'expression, en fonction de E , Z_1 , Z_2 , Z_3 et Z_4 de la force électromotrice de Thévenin E_{Th} du générateur de Thévenin équivalent qui alimenterait l'impédance de charge Z entre A et B.
 - Rappel 1:** la force électromotrice de Thévenin E_{Th} est égale à la tension aux bornes de l'impédance de charge en l'absence de cette dernière.
- Déterminer l'expression, en fonction de Z_1 , Z_2 , Z_3 et Z_4 de l'impédance de Thévenin Z_{Th} de ce même générateur de Thévenin équivalent. **On justifiera ce calcul par un schéma montrant les associations d'impédances mises en jeu.**
 - rappel 2:** l'impédance de Thévenin Z_{Th} s'obtient en éteignant toutes les sources électriques autonomes et en calculant l'impédance aux bornes de l'impédance de charge en l'absence de cette dernière.
 - rappel 3** (Règle d'extinction des sources électriques autonomes) : On éteint une source de tension électrique en la remplaçant « mentalement » par un interrupteur fermé (court-circuit). On éteint une source de courant électrique en la remplaçant « mentalement » par un interrupteur ouvert (court-ouvert).
- Représenter le schéma équivalent de Thévenin et établir l'expression, en fonction de E , Z , Z_1 , Z_2 , Z_3 et Z_4 de la tension de déséquilibre V_d du pont de Wheastone. On veillera à donner une expression simplifiée de V_d sous forme d'une seule fraction où numérateur et dénominateur ne comportent pas eux même de fractions (pas de fractions de fractions).

4. Etablir, en la justifiant, la condition d'équilibre du pont $Z_1.Z_4 = Z_2.Z_3$.

Partie B (Applications)

Application 1 : On considère un pont de Wheastone purement résistif alimenté par un générateur de tension continue de force électromotrice E_0 . En reprenant le schéma du pont de Wheastone représenté au début de l'exercice, l'impédance $Z_2 = R_2$ est ici une résistance variable, les impédances $Z_3 = R_3$ et $Z_4 = R_4$ sont des résistances fixes proportionnelles vérifiant $R_3 = kR_4$, avec k connu et où $Z_1 = R_x$ est une résistance fixe inconnue que l'on cherche à déterminer.

5. Représenter ce pont de Wheastone en faisant apparaître les différents dipôles cités ci-dessus ainsi que la place de l'ampèremètre.
6. Etablir, à partir de la condition d'équilibre l'expression de la résistance inconnue R_x .

On souhaite obtenir expérimentalement la mesure de cette résistance inconnue R_x . Le matériel dont vous disposez est le suivant :

- Les résistances R_1, R_2, R_3 et R_4 citées plus haut
 - Une pile de tension continue de force électromotrice E_0
 - un ampèremètre
 - un voltmètre.
7. Déterminer précisément étape par étape le protocole expérimental que vous utiliseriez pour déterminer la résistance inconnue en notant bien que vous ne disposez pas d'ohmmètre.

Application 2 : On considère le pont de Wheastone alimenté par un générateur de tension alternatif représenté au début de l'exercice avec $E(t) = E_0 \cos(\omega t)$ et $\omega = 2\pi f$.

- L'impédance Z_1 est ici une résistance $R_1 = R$ en série avec un condensateur de capacité $C_1 = C$.
 - l'impédance Z_2 est l'association parallèle d'une résistance $R_2 = R$ et d'un condensateur de capacité $C_2 = C$.
 - l'impédance Z_3 est une résistance fixe $Z_3 = R_3$
 - l'impédance Z_4 est une résistance variable $Z_4 = R_4$ dont la valeur est liée proportionnellement à la résistance R_3 par $R_4 = kR_3$ avec $k \leq 1$
8. Représenter ce pont de Wheastone en faisant apparaître les différents dipôles cités ci-dessus et leurs associations ainsi que la place de l'ampèremètre.
9. Exprimez la condition d'équilibre et en déduire deux conditions : l'une sur la fréquence f du signal d'alimentation du générateur et l'autre sur le coefficient de proportionnalité k entre les deux résistances R_3 et R_4 .
10. Imaginer quelle grandeur permettrait de mesurer ce pont ?
11. Déterminer précisément étape par étape le protocole expérimental que vous mettriez en œuvre pour accéder à cette grandeur.

Application 3 (pont de Maxwell): Le pont de Maxwell permet de mesurer la résistance et l'inductance d'une bobine inconnue de facteur de qualité $Q = \frac{L\omega}{R}$ faible. Cette inductance inconnue est alors modélisée par l'association série d'une inductance idéale et d'une résistance interne. On considère le pont de Wheatstone alimenté par un générateur de tension alternatif représenté au début de l'exercice avec $E(t) = E_0 \cos(\omega t)$ et $\omega = 2\pi f$.

- L'impédance Z_1 est ici une résistance R_x inconnue en série avec une inductance L_x également inconnue.
 - l'impédance Z_2 est une résistance fixe $Z_2 = R_2$
 - l'impédance Z_3 est une résistance fixe $Z_3 = R_3$
 - l'impédance Z_4 est l'association parallèle d'une résistance variable R_4 et d'un condensateur de capacité variable C_4 .
12. Représenter ce pont de Wheatstone en faisant apparaître les différents dipôles cités ci-dessus et leurs associations ainsi que la place de l'ampèremètre.
13. Exprimez la condition d'équilibre et en déduire les expressions de la résistance R_x et de l'inductance L_x inconnues.
14. En pratique, l'équilibrage de ce pont ne s'obtient pas facilement, c'est la raison pour laquelle il est recommandé de procéder en deux étapes : la première étape consiste à alimenter le pont par une source de tension continu. Dans un second temps, on doit l'alimenter avec une source de tension alternative. Expliquer pourquoi l'on procède ainsi et expliciter ce que l'on obtient à l'issue de la première étape d'une part et à l'issue de la seconde d'autre part. On discutera en particulier du comportement d'un condensateur et d'une inductance en continu.

Application 4 (pont de Hay): Le pont de Hay permet de mesurer la résistance et l'inductance d'une bobine inconnue de facteur de qualité $Q = \frac{L\omega}{R}$ élevé. Cette inductance inconnue est alors modélisée par l'association parallèle d'une inductance idéale et d'une résistance interne. On considère le pont de Wheatstone alimenté par un générateur de tension alternatif représenté au début de l'exercice avec $E(t) = E_0 \cos(\omega t)$ avec $\omega = 2\pi f$.

- l'impédance Z_1 est une résistance fixe $Z_1 = R_1$.
 - L'impédance Z_2 est ici une résistance $R_2 = R_x$ inconnue en parallèle avec une inductance $L_2 = L_x$ également inconnue.
 - l'impédance Z_3 est l'association série d'une résistance variable R_3 et d'un condensateur de capacité variable C_3 .
 - l'impédance Z_4 est une résistance fixe $Z_4 = R_4$.
15. Représenter ce pont de Wheatstone en faisant apparaître les différents dipôles cités ci-dessus et leurs associations ainsi que la place de l'ampèremètre.
16. Exprimez la condition d'équilibre et en déduire les expressions de la résistance R_x et de l'inductance L_x inconnues.

Formation supérieure aux métiers du son

Concours d'entrée 2019.2020 - Admissibilité

Reconnaissance d'œuvre classique

	Nom	Compositeur
1	Bach: Cantata #78, BWV 78, "Jesu, Der Du Meine Seele" - Herr, Ich Glaube, Hilf Mir Schwachen	Johann Sebastian Bach
2	Beethoven: Violin Sonata #10 In G, Op. 96, "The Cockcrow" - 3. Scherzo	Ludwig Van Beethoven
3	Brahms: Waltz #3 In G Sharp Minor	Johannes Brahms
4	Handel: Alcina, HWV 34 - Overture: Musette	George Frideric Handel
5	Haydn: Symphony #5 In A, H 1/5 - 4. Finale: Presto	Franz Joseph Haydn
6	Hindemith: Kammermusik #1, Op. 24/1 - 1. Sehr Schnell Und Wild	Hindemith, Paul (1895-1963)/Paul Hindemith
7	Mahler: Symphony #9 In D - 3H. Piu Stretto	Gustav Mahler
8	L'Oiseau de feu-Suite - 3. Variations of the Firebird	
9	Pelleas Ein Wenig Bewegt ch. 33	Arnold Schoenberg
10	Prokofiev: Love For 3 Oranges, Op. 33 - Scherzo	Sergei Prokofiev
11	Rihm im innersten III	Wolfgang Rihm (1952)
12	Scène 2 : Lykov, Griaznoï, Ariette De Griaznoï	Rimsky-Korsakov Nikolai (1844-1908)

Formation supérieure aux métiers du son

Concours d'entrée 2019.2020 - Admissibilité

Reconnaissance d'œuvre classique

13	Schumann: Carnaval, Op. 9 - Chopin	Robert Schumann
14	Ten Pieces for Wind Quintet: II. Prestissimo minaccioso e burlesco	György Ligeti
15	Trezieme Ordre - Thirteenth Suite	
16	16 Bruckner Symphony 4 scherzo	
17	17 Fauré_ Piano Quintet #1	
18	18 Mendelssohn Quartet No. 1 in Eb, Op. 12 - II. Canzonetta	
19	19 Schubert_ Symphony #5	
20	20 Shostakovich_ Symphony #9 Largo	

Formation supérieure aux métiers du son

Concours d'entrée 2019.2020 - Admissibilité

Reconnaissance d'œuvres musicales actuelles

Nom	Artiste	Album	Année	Compositeur	Date de sortie
Use Me	Bill Withers	Still Bill	1972	Bill Withers	01/01/1972 08:00
Breaking Glass (2017 Remastered Version)	David Bowie	Low (2017 Remastered Version)	1977	David Bowie, Dennis Davis & George Murray	14/01/1977 08:00
He Got Game (feat. Stephen Stills)	Public Enemy	He Got Game (Original Motion Picture Soundtrack)	1998	Stephen Stills, LuQuantum Leap & Carlton Ridenhour	01/01/1998 08:00
After Midnight	J.J. Cale	Naturally	1972	J.J. Cale	01/01/1972 08:00
Red Right Hand (2011 Remastered Version)	Nick Cave & The Bad Seeds	Let Love In (2011 Remastered Version)	1994	Michael John Harvey, Nick Cave & Thomas Wydler	18/04/1994 07:00
when the party's over	Billie Eilish	WHEN WE ALL FALL ASLEEP, WHERE DO WE GO?	2018	Finneas O'Connell	29/03/2019 07:00
Get Free (feat. Amber of Dirty Projectors)	Major Lazer	Free the Universe	2012		15/04/2013 07:00
Allison	Pixies	Bossanova	1990	Black Francis	13/08/1990 07:00
If I Should Die Tonight	Marvin Gaye	Let's Get It On	1973	Marvin Gaye & Ed Townsend	28/08/1973 07:00
I Fink U Freeky	Die Antwoord	Ten\$lon	2012	Watkin Tudor Jones, Anri du Toit & Justin de Nobrega	31/01/2012 08:00
How Does It Make You	Air	10 000 Hz Legend	2001	J-B Dunckel, N. Godin, Jean-Benoit Dunckel & Nicolas	28/05/2001 07:00

Formation supérieure aux métiers du son

Concours d'entrée 2019.2020 - Admissibilité

Reconnaissance d'œuvres musicales actuelles

Feel				Godin	
Super Freak	Rick James	Street Songs	1981	Rick James & Alonzo Miller	01/01/1981 08:00
Blue Monday	New Order	Singles	2005		06/12/2005 08:00
Sabotage (2009 Remaster)	Beastie Boys	Ill Communication (Deluxe Version) [Remastered]	1994		23/05/1994 07:00
The Red Telephone	Love	Forever Changes: Expanded and Remastered	1967	Arthur Lee	01/01/1999 08:00
Electric Feel	MGMT	Oracular Spectacular	2007	Andrew VanWyngarden, Ben Goldwasser & Will Berman	02/10/2007 07:00
The Party	Justice	Justice	2007		11/06/2007 07:00
Overnight	Parcels	Overnight - Single	2017	Jules Crommelin, Patrick Hetherington, Noah Hill, Anatole Serret, Louie Swain, Thomas Bangalter & Guy-Manuel de Homem-Christo	21/06/2017 07:00
Overkill	Motörhead	Overkill (Expanded Bonus Track Edition)	1979		24/03/1979 08:00
Loser	Beck	Mellow Gold	1993	Beck, Beck Hansen, Karl Stephenson & Karl F. Stephenson	01/03/1994 08:00

CONCOURS D'ENTREE FSMS - EPREUVES D'ADMISSIBILITE
FORMATION MUSICALE - 6 MAI 2019

DICTEE A DEUX VOIX

①

②

③

④

⑤

⑥

⑦

⑧

⑨

⑩

DICTEE D'ACCORDS

DICTÉES ATONALES

TRES ALLANT

JOLIVET: Kyrie de la Messe pour le jour de la Paix

SCHONBERG: Livre des jardins suspendus - n° 7

Dépiéstage de fantes

Feuille du candidat

Musical notation for the first system, measures 1-4. The key signature is one sharp (F#) and the time signature is 3/4. The music is written in treble and bass clefs. Measure 1 starts with a whole rest in the treble and a half note in the bass. Measures 2-4 contain various rhythmic patterns and accidentals.

Musical notation for the second system, measures 5-8. The music continues with similar rhythmic and melodic patterns. Measure 5 features a half note in the treble and a half note in the bass. Measure 6 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 7 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 8 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass.

Musical notation for the third system, measures 9-12. The music continues with similar rhythmic and melodic patterns. Measure 9 features a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 10 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 11 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 12 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass.

Musical notation for the fourth system, measures 13-16. The music continues with similar rhythmic and melodic patterns. Measure 13 features a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 14 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 15 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 16 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass.

Musical notation for the fifth system, measures 17-20. The music continues with similar rhythmic and melodic patterns. Measure 17 features a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 18 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 19 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass. Measure 20 has a dotted half note in the treble and a half note in the bass.

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.

RECONNAISSANCE DE TONALITES ET CAUENLES

1

Musical score for the first system of Schumann's 'Dichterliebe' op. 48 no 1. It features a piano accompaniment with a treble and bass clef. The key signature is two sharps (F# and C#), and the time signature is 3/4. The music includes a 'ritard..' marking and a 'Bz.' marking at the end of the system.

SCHUMANN - Dichterliebe op. 48 no 1

2

Musical score for the second system of Brahms' Requiem, measures 43-47. It includes vocal lines and piano accompaniment. The lyrics are: 'ge.trö.stet wer . . den.' and 'trö . . stet wer . . den.' The piano part includes markings for 'p', 'p dolce', and 'p'. There is a key signature change to one flat (Bb) in the final measure.

BRAHMS - Requiem allemand I mes. 43-47

3

Musical score for Bach's Choral 'Jesus, der du meine Seele'. It features a piano accompaniment with a treble and bass clef. The key signature is three flats (Bb, Eb, Ab), and the time signature is 4/4. The lyrics are: 'Je - su, der du mei - ne See - le hast durch dei - nen bit - tern Tod aus des Teufels fin - strer Höh - le und der schwe - ren Sün - den - noth'.

BACH - choral "Jesus, der du meine Seele"

Musical score for the first system of Mendelssohn's Rondo Capriccioso. It features a piano accompaniment with a treble and bass clef. The key signature is two sharps (F# and C#), and the time signature is 3/4. The tempo marking is 'Andante' and the dynamic marking is 'pp'.

MENDELSSOHN - Rondo capriccioso op. 14