**Entrainement bac – Synthèse et résolution de problème**

**L’IMPLANT COCHLEAIRE**

*La plupart des surdités totales, profondes ou sévères, quelles qu’en soient l’origine et l’ancienneté, peuvent être maintenant partiellement réhabilitées par l’implantation chirurgicale, sous les cheveux et dans l’oreille, d’un système électronique piloté de l’extérieur par un émetteur extérieur caché derrière l’oreille.*

Les documents utiles à la résolution sont rassemblés en fin d’exercice.

Paul, 40 ans, rencontre des troubles auditifs profonds. Son médecin O.R.L. (Oto-Rhino-Laryngologiste) lui annonce que son audiogramme correspond maintenant à celui d’une personne de 90 ans.

Il lui propose la pose d’un implant cochléaire tout en l’informant qu’une réadaptation sera nécessaire pour retrouver une adaptation satisfaisante. Paul accepte l’opération.

**1. Étude de l’implant cochléaire**

À l’aide des documents et des connaissances nécessaires, rédiger en 20 lignes maximum, une synthèse argumentée répondant à la problématique suivante :

**« Comment est-il possible d’envisager l’amélioration du fonctionnement de l’implant cochléaire afin d’éviter la réadaptation ? »**

Pour cela, préciser les différents types de sons audibles et ce qui les distingue. Identifier ensuite les éléments de la chaîne de transmission de l’information arrivant à l’oreille jusqu’à la cochlée. Proposer ensuite une explication de la dégradation du signal perçu en précisant l’élément de cette chaîne lieu de cette dégradation. Enfin, indiquer, en justifiant, un paramètre sur lequel on peut influer pour améliorer la qualité de l’information transmise. Préciser, en le justifiant, quelle évolution il faudra lui faire subir.

**2. Analyse des performances auditives par audiométrie tonale**

L’implant de Paul lui permet d’augmenter ses performances auditives et de retrouver ainsi un audiogramme correspondant à celui d’une personne de 60 ans.

un son de fréquence égale à 4,0 kHz et de niveau sonore égal à 100 dB parvient à Paul.

Déterminer les niveaux sonores du son perçu par Paul avec et sans implant cochléaire. Conclure sur la performance de l’appareillage de Paul en calculant le rapport des intensités sonores avec et sans implant.

**Donnée :**

Le niveau d’intensité sonore (L en dB) est lié à l’intensité sonore I (en W.m–2) par :

L = 10 log 

où I0 est le seuil d’audibilité (I0 = 1,0×10–12 W.m–2).

**DOCUMENTS**

|  |
| --- |
| **Document 1 :** Fonctionnement de l’implant cochléaire  La partie externe :  Un processeur vocal ➀, intégrant un microphone et placé derrière le pavillon de l’oreille, reçoit les sons, les analyse, les code en signaux numériques qu’il envoie à l’antenne ➁. Cette dernière transmet les signaux à travers la peau à la partie interne implantée ➂.  La partie interne :  Implantée chirurgicalement ➂, la partie interne réceptionne puis véhicule les signaux électriques jusqu’à un faisceau d’électrodes ➃ placé dans la cochlée. Le rôle de ce faisceau est d’émettre des impulsions électriques qui stimulent les fibres du nerf auditif. L’influx nerveux créé est envoyé vers le cerveau où il est analysé et interprété.    d’après http://www.cochlea.org/quels-traitements-aujourd-hui/implants-cochleaires |

|  |
| --- |
| **Document 2 :** Conversion analogique-numérique d’un signal issu du microphone    Temps  Temps  Tension  Commande de l’échantillonneur  période Te |

|  |
| --- |
| **Document 3 :** Dégradation du signal auditif    Entendre ce n’est pas comprendre !  Comprenez-vous le japonais ? Pourtant vous entendez parfaitement !  La réadaptation après la pose chirurgicale d’un implant est absolument nécessaire pour apprendre à reconnaître ce qui est entendu avec cet appareil.  Voici ci-contre l’analogie visuelle d’un mot : « CLARTÉ », tel qu’on peut le percevoir dans ses versions dégradée ou non dégradée.  d’après http://www.centreinterval.qc.ca/ |

|  |
| --- |
| **Document 4 :** Spectre de deux sons |

|  |
| --- |
| **Document 5 :** Diagramme d’audiométrie tonale    L’audiométrie tonale est une technique permettant d’évaluer la perte auditive d’un individu, exprimée en dB, pour l’ensemble des fréquences conversationnelles situées entre 125 Hz et 8 000 Hz.  Le diagramme donné ci-contre est appelé **audiogramme**. |

**Réponses**

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Entrainement bac – Résolution de problème**

**ISOLATION ACOUSTIQUE D’UN RÉFECTOIRE**

Le Conseil Régional souhaite effectuer des travaux dans le réfectoire d’un lycée, qui date des années 80, afin d’améliorer son acoustique. Une entreprise privée est venue sur place et a déterminé un temps de réverbération *TR* = 2,0 s dans ce réfectoire.

**Les documents utiles à la résolution sont donnés sur la page suivante.**

**1.** Pourquoi est-il nécessaire de diminuer le temps de réverbération de la salle du réfectoire ?

**2.** Compléter le tableau en **ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** en indiquant la surface des différentes structures présente dans la salle ainsi que le matériau utilisé.

**3.** Afin de mettre le réfectoire en conformité avec la loi, l’administration souhaite placer des plaques isolantes sur toute la surface du plafond, sans modifier les murs ni le sol. L’entreprise ayant effectué le calcul du temps de réverbération du réfectoire propose alors plusieurs matériaux isolants afin de diminuer celui-ci :

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Isolant** | **n°1** | **n°2** | **n°3** | **n°4** | **n°5** |
| **Coefficient  d’absorption  acoustique** | 0,15 | 0,25 | 0,30 | 0,50 | 0,80 |
| **Prix au m²  pose incluse (€)** | 20 | 40 | 70 | 100 | 180 |

Parmi ces cinq isolants, lequel serait-il judicieux de choisir ?

*Remarque :*

*L’analyse des données, la démarche suivie et l’analyse critique du résultat sont évaluées et nécessitent d’être correctement présentées.*

*Le candidat notera sur sa copie toutes ses pistes de recherche, même si elles n’ont pas abouti.*

**DOCUMENTS**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Document 1 : Article 5 de l’arrêté du 25 avril 2003.**  Les temps de réverbération (exprimés en secondes) à respecter dans les locaux sont donnés dans le tableau ci-dessous. Ils correspondent à la moyenne arithmétique des temps de réverbération dans les intervalles d’octaves centrés sur 500, 1000 et 2000 Hz. Ces valeurs s’entendent pour des locaux normalement meublés et non occupés.   |  |  | | --- | --- | | **Locaux meublés non occupés** | **Temps de réverbération moyen *TR***  **(exprimé en secondes)** | | Salle de repos des écoles maternelles, local d’enseignement de musique, d’études, d’activités pratiques, salles de restauration et polyvalente de volume ≤ 250 m3. Local médical ou social, infirmerie. | 0,4 ≤ *TR* ≤ 0,8 | | Local d’enseignement, de musique, d’études ou d’activités pratiques d’un volume > 250 m3 | 0,6 ≤ *TR* ≤ 1,2 | | Salle de restauration d’un volume > 250 m3 | *TR* ≤ 1,2 | | Salle polyvalente d’un volume > 250 m3 | 0,6 ≤ *TR* ≤ 1,2 |   d’après : www.legifrance.gouv.fr |

|  |
| --- |
| **Document 2 : Formulaire.**   * Le temps de réverbération *TR* (ou durée de réverbération) représente la durée nécessaire pour que le niveau sonore d’un son diminue de 60 dB une fois la source éteinte. * Le temps de réverbération *TR*, exprimé en secondes, se calcule à partir de la formule de Sabine : *TR* = 0,16 ×  , *V* étant le volume de la salle (en m3) et *A* sa surface équivalente d’absorption (en m2). * On définit la surface équivalente d’absorption d’une salle par *A* = *α* × *S*, *α* étant le coefficient d’absorption acoustique du matériau et *S* sa surface. Dans le cas de plusieurs matériaux de natures et de surfaces différentes, on a : *A* = |

|  |
| --- |
| **Document 3 : Informations sur le réfectoire.**  Le réfectoire est une salle rectangulaire de 15,00 m de long sur 8,00 m de large. La hauteur sous plafond est de 3,50 m.  Le réfectoire dispose de 6 fenêtres de 6,00 m2 chacune.  Deux grandes portes en bois de 2,00 m de large et de 3,00 m de haut permettent d’accéder à la salle.  Le sol est en carrelage tandis que les murs et le plafond sont en plâtre.  Le réfectoire dispose de 20 tables et de 120 chaises. L’ensemble du mobilier a une surface d’absorption équivalente : *AM* = 12,5 m2. |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Document 4 : Coefficient d’absorption acoustique moyen *α* de différents matériaux.**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Matériau** | **Plâtre** | **Carrelage** | **Bois** | **Verre** | | ***α*** | 0,030 | 0,020 | 0,15 | 0,18 | |

**ANNEXE DE L’EXERICE À RENDRE AVEC LA COPIE**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Surface (m²)** | **Matériau** |
| **Plafond** |  |  |
| **Sol** |  |  |
| **Portes** |  |  |
| **Fenêtres** |  |  |
| **Murs (ouvertures non comprises)** |  |  |

**Réponses**

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Correction**

**L’IMPLANT COCHLEAIRE**

**Exemple de synthèse**

Les sons audibles peuvent être des sons purs ou des sons complexes. Un son complexe (son 2 du document 4) à l'inverse d'un son pur (son 1 du document 4) est composé de plusieurs harmoniques.

La chaine est constituée d'un processeur vocal, d'une antenne externe, un récepteur interne et un faisceau d‘électrodes place dans la cochlée.

C'est la conversion analogique-numérique, ayant lieu dans le processeur vocal, qui dégrade le signal perçu.

Le paramètre sur lequel on peut influer pour améliorer la qualité de l‘information transmise est la fréquence d'échantillonnage. Plus celle-ci est grande (c'est-à-dire que les échantillons sont relevés à de petits intervalles de temps) plus le signal numérique sera fidèle à l’original.

**Points clés**

* Différents types de sons audibles : sons purs et sons complexes (un ou plusieurs harmoniques) 0,5 point
* Constituants de la chaine de transmission. 1 point
* Explication de la dégradation du signal. 0,5 point
* Amélioration de la qualité de l‘information transmise. 1 point

**L’implant cochléaire (5 points)**

**Correction**

**1. Étude de l’implant cochléaire**

**« Comment est-il possible d’envisager l’amélioration du fonctionnement de l’implant cochléaire afin d’éviter la réadaptation ? »**

*Correction officielle en fin de document.*

Les sons audibles : **(0,5 pt)**

Les sons audibles se situent dans le domaine de fréquence 20 à 20 000 Hz. La fréquence est associée à la hauteur du son. Les sons graves possèdent des fréquences plus faibles que les sons aigus.

Par ailleurs les sons peuvent être distingués par leur timbre. L’analyse spectrale fréquentielle obtenue par décomposition de Fourier permet de caractériser le timbre d’un son. C’est ce qui permet de distinguer deux instruments de musiques différents jouant pourtant la même note.

**L’implant doit conserver la hauteur et le timbre des sons.**

Chaine de transmission de l’information : **(1 pt)** *(voir encart ci-après)*

Le son est la **source** de l’information.

Le processeur vocal ➀ est l’**émetteur** qui reçoit les sons, les analyse, les code en signaux numériques.

Le **canal de transmission** est la peau. L’antenne ➁ émet une onde électromagnétique qui traverse la peau, il s’agit d’une transmission libre.

La partie interne ➂ de l’implant est le **récepteur** qui ensuite véhicule les signaux électriques jusqu’à la cochlée qui est le **destinataire**. La transmission est alors guidée par câble.

Dégradation du signal : **(0,5 pt)**

Le signal issu du microphone du processeur vocal est analogique, il est converti en un signal numérique. Cette conversion entraîne une dégradation car le signal est codé avec un nombre de valeurs restreint, par exemple s’il est codé avec une résolution de 8 bits la tension ne peut prendre que 28 valeurs.

Par ailleurs la période d’échantillonnage Te joue aussi un rôle sur la qualité de la conversion.

**(1 pt)** Pour améliorer la qualité de l’information transmise on peut améliorer les caractéristiques du processeur vocal en augmentant sa résolution (le nombre de bits) et aussi en diminuant sa période d’échantillonnage Te.

*« Rappel » de cours enseignement spécifique*



LE DESTINATAIRE

*Source Académie de Lyon :*

http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/physique/phychi2/spip.php?article723

**2. Analyse des performances auditives par audiométrie tonale**

* **Niveaux sonores (1 pt)**

Avec implant : Paul a un audiogramme correspondant à celui d’une **personne de 60 ans.**

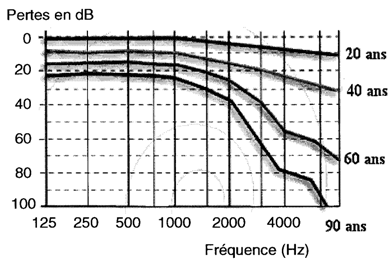
Le document 5 montre qu’une personne de 60 ans perçoit un son de fréquence 4,0 kHz   
(4000 Hz) avec des pertes d’environ 55 dB.

Le son de niveau sonore 100 dB sera perçu avec un niveau sonore **L60 =** 100 − 55 = **45 dB**.

Sans implant : Paul a un audiogramme correspondant à celui d’une **personne de 90 ans.**

Le document 5 montre que les pertes sont alors de 80 dB.

Il perçoit ce même son avec un niveau sonore de **L90 =** 100 − 80 = **20 dB**.



* **Performances de l’appareillage :** **(1 pt)**

Calcul de l’intensité sonore :

L = 10 log 

Log  = 

 = 

I = I0. 

Avec implant : I60 = I0. 

I60 = 1,0×10–12 × 1045/10 = 1,0×10–12×104,5 = 1,0×10–7,5 = 3,2×10–8 W.m-2

Sans implant : I90 = I0. 

I90 = 1,0×10–12 × 1020/10 = 1,0×10–12×102,0 = 1,0×10–10 W.m-2

Rapport des intensités sonores  :

 =  = 102,5 = **3,2×102**

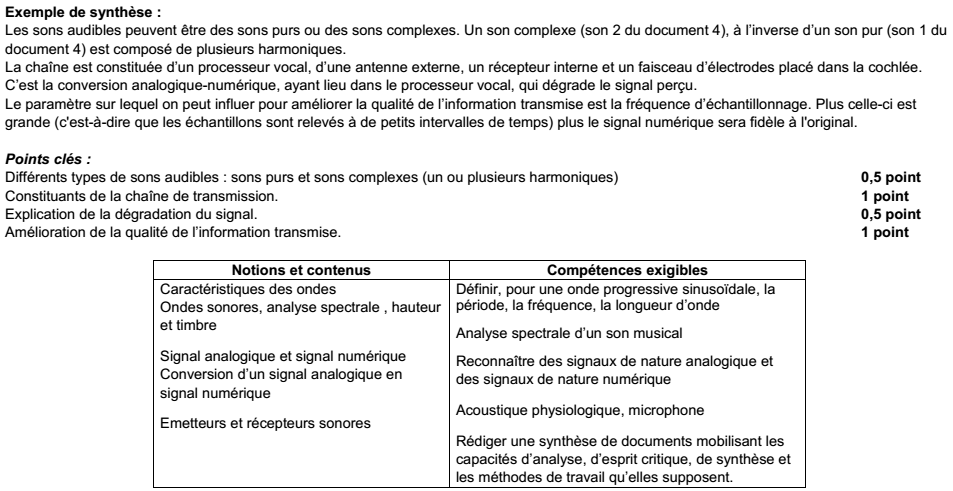
**Conclusion :**

I60 = 3,2×102.I90

L’implant multiplie fortement l’intensité sonore reçue par l’oreille.

Il n’existe pas une seule et unique solution pour une synthèse de documents.

Pour information, voici la correction officielle :



**ISOLATION ACOUSTIQUE D’UN RÉFECTOIRE (5 points)**

Pour tout l'exercice, on pose les symboles suivants :

Longueur de la salle : *L* = 15,00 m ;

Largeur de la salle : *l* = 8,00 m

Hauteur sous plafond de la salle : *h* = 3,50 m

**1.** Le volume de la salle est égal à :

V = L x l x h = 15,00 × 8,00 × 3,50 = 420 m3.

D'après le document n°1, une salle de restauration d'un volume supérieur à 250 m3 doit avoir un temps de réverbération moyen TR inférieur à 1,2 s. Or le temps de réverbération du réfectoire est égal à 2,0 s, donc il est nécessaire de le diminuer.

2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Surface (m²)** | **Matériau** |
| **Plafond** | *L* × *l* = 120 m2 | Plâtre |
| **Sol** | *L* × *l* = 120 m2 | Carrelage |
| **Portes** | 2 × 2,00 × 3,00 = 12,0 m2 | Bois |
| **Fenêtres** | 6 × 6,00 = 36,0 m2 | Verre |
| **Murs (ouvertures non comprises)** | 2 × *L* × *h* + 2 × *l* × *h* – 12,0 – 36,0 =  2 × 15,00 × 3,50 + 2 × 8,00 × 3,50 – 12,0 – 36,0 =  113 m2 | Plâtre |

**3.** *Sur la feuille de brouillon :*

Analysons le problème :

* La valeur du TR après les travaux doit respecter la législation (voir question 1 + document 1). TR est trop élevé, on doit le diminuer.
* TR est inversement proportionnel à A : ainsi, pour diminuer TR, on doit augmenter A.
* La valeur de A dépend de la nature des différents matériaux ainsi que des surfaces. Ces informations sont connues de la question 2.
* Lors des travaux, seul le plafond est modifié. Afin d'augmenter la valeur de A, seul le coefficient α du plafond est augmenté.
* Les matériaux ont des prix différents ; ce facteur doit être pris en compte également.

*Sur la copie :*

Le temps de réverbération doit être au maximum égal à 1,2 s (d'après le document n°1), déterminons la surface d'absorption équivalente minimale :

D'après le document 2 : 

donc *A* = 

*A* =  = 56 m2 ainsi, la valeur de la surface équivalente d’absorption *A* doit être supérieure à 56 m2.

Expression de la surface *A* d'absorption équivalente de la salle :

D'après le document 2 : *A* = 

Dans notre cas :

*A* = *αplafond × Splafond + αsol × Ssol + αportes × Sportes* + *αfenêtres × Sfenêtres* + *αmurs × Smurs + AM*

Déterminons la valeur minimale de αplafond qui permettre d'obtenir une valeur de A au moins égale à 56 m2.

*αplafond × Splafond* = *A* – (*αsol × Ssol + αportes × Sportes* + *αfenêtres × Sfenêtres* + *αmurs × Smurs + AM*)

*αplafond=*

Remplaçons les coefficients d'absorption acoustique par les valeurs données dans le document n°4 :

αplafond = 

αplafond = 0,24525 = 0,25 avec deux chiffres significatifs

Choix du matériau :

* S'il s'agit juste de diminuer le temps de réverbération, tous les matériaux peuvent convenir, car les 5 isolants proposés ont un coefficient d'absorption acoustique supérieur à celui du plâtre (0,030).
* Pour diminuer le temps de réverbération afin de se mettre en règle avec la législation (document n°1), le coefficient d'absorption acoustique α du matériau doit être au moins égal à 0,25, donc seul l’isolant n°1 ne convient pas.
* L'isolant choisi ainsi que la pose ont un coût : on préférera choisir le matériau le moins coûteux des quatre matériaux possibles. Donc **l'isolant n°2** est le matériau donnant le meilleur compromis isolation / prix (40 €/m² pour l'isolant n°2 contre 180 €/m² pour l'isolant n°5).