

CAPACITÉS AUDITIVES, CRITERES D'EMBAUCHE ET DROITS DE LA PERSONNE

Raymond Hétu

Groupe d'acoustique de l'université de Montréal

C.P. 6128, Montréal, Québec, H3C 3J7

SUMMARY

Job requirements referring to auditory capacities are almost always based on medico-legal definitions of hearing that were adopted in order to compensate people affected by occupational hearing loss. Such definitions emerged from a context that fundamentally differ from that of establishing job requirements. Auditory capacities are thus determined without consideration for the requirements of the actual task assignments. As a consequence, people with hearing losses are refused jobs even if they are actually capable of doing those jobs. Furthermore, the concept of occupational rehabilitation has not penetrated the audiological literature yet. There is no tradition in attempts to adapt workstations to the constraints imposed by hearing impairments. This situation calls for a new conceptual framework that can remove the various obstacles to the integration of people with hearing impairments in the workplace. This includes : (1) characterizing task requirements in terms of auditory capacities; (2) measuring these capacities with valid clinical tests; (3) adapting workstations, whenever practicable. An overview of the research activities of the Groupe d'acoustique de l'université de Montréal in the area of sound warning signals perception in industrial workplaces illustrates this approach.

SOMMAIRE

Les critères d'embauche et de maintien en emploi faisant référence à la fonction auditive sont presque tous inspirés des critères médico-légaux d'indemnisation de la surdité professionnelle. Ces derniers émergent d'une problématique très spécifique qui a conduit les administrations de la santé du travail à adopter des barèmes définis en termes de perte de sensibilité auditive. Il en résulte l'application d'un critère d'embauche faiblement ou nullement prédicteur des capacités exigées par les tâches assignées. Par ailleurs, le concept de réadaptation professionnelle est absent de la littérature audiolinguistique; il n'existe donc pas de tradition concernant l'adaptation des postes de travail aux contraintes imposées par une déficience auditive. L'adoption d'un cadre conceptuel orienté vers la levée des différents obstacles à l'intégration des personnes présentant des déficiences auditives fait appel à une redéfinition complète des critères d'embauche en cette matière, soit: (1) la caractérisation des exigences de la tâche au plan auditif; (2) la caractérisation des capacités auditives requises au moyen d'épreuves valides; (3) l'adaptation du poste incluant, le cas échéant, le recours à des accommodements. Un bilan de notre programme de recherche concernant la détection des avertisseurs sonores en milieu de travail bruyant illustre une telle démarche.

1. Introduction

La définition des capacités auditives exigées lors de l'embauche pour différents types d'emplois est révélatrice de barrières importantes à l'endroit de personnes présentant des déficiences auditives. Ces barrières sont examinées dans le

contexte des pratiques actuelles. Un nouveau cadre conceptuel est proposé en vue de lever ces obstacles. Des exemples d'application sont empruntés aux résultats des travaux menés au GAUM (Groupe d'acoustique de l'université de Montréal) sur la détection des avertisseurs sonores en milieu de travail.

2. Les pratiques actuelles en matière de définition des capacités auditives requises par un emploi

Les travaux du GAUM ayant trait aux capacités auditives requises par les milieux de travail originent, dans une certaine mesure, de demandes de consultation au sujet de cas de refus d'embauche ou de mutations motivés par des incapacités auditives. L'analyse des critères invoqués dans de tels cas a été révélatrice de barrières importantes à l'intégration des personnes présentant des déficiences auditives. Certaines de ces barrières reposent sur des traditions établies depuis fort longtemps. On sait, par exemple, que les premières enquêtes de surdité professionnelle réalisées au dix-neuvième siècle étaient motivées par le souci de prévenir les accidents de chemin de fer susceptibles d'être causés par la déficience auditive des conducteurs de locomotives sur-exposés au bruit [1]. Ces enquêtes ont donné lieu à l'adoption de critères d'embauche et de maintien en emploi comportant des dispositions explicites quant aux capacités auditives. Malheureusement, de telles dispositions empruntent encore de nos jours à des méthodes désuètes de mesure de la fonction auditive. C'est le cas notamment de l'Ordonnance générale 0-9 du paragraphe 227(1) de la Loi sur les chemins de fer [2]. Celle-ci prescrit la mesure de la capacité auditive requise pour différents postes de travail dans les chemins de fer de la façon suivante:

"L'examen de la sensibilité auditive doit se faire au moyen de la voix humaine. Chaque oreille doit être examinée, prise isolément. Le postulant qui désire entrer dans le service doit pouvoir entendre et répéter une conversation ordinaire, ou des noms et des numéros prononcés sur un ton de conversation, à une distance de 20 pieds. Lorsque le sujet ne pourra entendre une conversation qu'à 10 pieds, sa sensibilité auditive devra être exprimée par la fraction 10/20. Les employés ne seront gardés dans aucune des catégories spécifiées si leur sensibilité auditive est inférieure à 15/20 pour une oreille et à 5/20 pour l'autre ou à 10/20 pour chacune..."

De tels critères ne reflètent évidemment pas les exigences, en termes de capacités auditives, des tâches du conducteur de locomotive, du serre-frein ou de l'aiguilleur. De plus, un tel examen est dépourvu de validité interne puisqu'un très grand nombre de facteurs parasites peuvent en gouverner les résultats.

En effet, il n'est pas possible, sans artifices électroniques, d'évaluer la capacité d'une seule oreille. Par ailleurs, la difficulté de l'épreuve variera considérablement avec le type de matériel vocal utilisé (des phrases, des mots isolés, des chiffres), avec les caractéristiques de la voix (fréquence fondamentale et force) et l'articulation du locuteur, avec la réverbération du local et le niveau de bruit ambiant, sans compter l'effet de la familiarité de la personne examinée avec la langue et le matériel vocal lui-même. En outre, le critère de performance est imprécis: exige-t-on de répéter 100% des mots ou des chiffres prononcés, 90% ou moins?

La distance de référence de 20 pieds est, en outre, non seulement arbitraire mais également problématique. En effet, un "ton de conversation" correspond à un niveau de pression acoustique d'environ 57 dBA à 1 mètre du locuteur et à environ 51 dBA à 2 mètres, c'est-à-dire à la distance moyenne qui sépare deux interlocuteurs dans une conversation entre deux personnes [3]. Dans un local qui serait ni réverbérant ni bruyant, la décroissance du niveau sonore étant de 6 dB par doublement de la distance, à 20 pieds (6 mètres), le "ton de conversation" correspondrait à un niveau de pression acoustique de 41 dBA. L'épreuve décrite plus haut exigerait donc une sensibilité auditive et une capacité de compréhension de la parole excellente; cependant que l'auditeur qui ne comprendrait tous les mots ou tous les chiffres qu'à une distance de 10 pieds aurait, en fait, une très bonne acuité auditive (et non pas 50% de perte de capacité auditive) puisqu'il serait en mesure de comprendre la parole à un niveau d'environ 47 dBA.

En somme, pour des spécialistes de la mesure de la fonction auditive, cette épreuve réglementaire représente un étonnant anachronisme. Ce type d'épreuve a été développé à la fin du siècle dernier pour quantifier la sensibilité auditive. Il a été supplanté depuis fort longtemps par l'usage d'appareils électroniques produisant des signaux soigneusement calibrés dans des conditions sonores contrôlées en suivant des protocoles dictés par une métrologie du comportement perceptuel.

Une révision de l'Ordonnance a été réalisée en 1985 par la Commission canadienne des transports [4]. La nouvelle ordonnance reflète plus ou moins les pratiques courantes en matière de mesure de la sensibilité auditive. En fait, l'ancien critère a été conservé et, on lui a juxtaposé une épreuve audiométrique normalisée. Celle-ci n'est toutefois pas spécifiée de façon valide puisqu'aucune exigence n'est formulée quant au bruit ambiant du local d'examen et quant à la procédure de recherche des seuils d'audition. Les aspirants conducteurs de locomotive, baggagistes ou chefs de gare peuvent néanmoins être appelés à satisfaire un critère de sensibilité auditive correspondant à des seuils d'audibilité inférieurs à 20 dB aux fréquences audiométriques de 500, 1000, 2000 Hz. Bien que les conditions d'application de ce nouveau critère s'inspirent des standards récents de l'audiométrie clinique, celui-ci ne peut certainement pas prédire les capacités auditives requises pour toutes les activités professionnelles exercées dans les transports ferroviaires.

En somme, la révision du règlement a été réalisée à l'intérieur du même cadre conceptuel, dans lequel la capacité auditive requise est définie sans égard aux exigences de la tâche. Il s'est agi d'une légère mise à jour de la procédure de mesure de la sensibilité auditive en retenant un seuil d'incapacité emprunté à un autre contexte.

La Commission canadienne des transports n'est pas la seule institution à imposer un critère de capacité auditive invalide et discriminatoire. On trouve le même type de critère, inspiré des barèmes d'indemnisation, pour l'embauche

des policiers, des sapeurs-pompiers, des employés municipaux devant travailler sur la voie publique, des conducteurs de camion-remorque, des opérateurs de machinerie lourde dans les aéroports, tout comme pour le personnel affecté à la production ou à la maintenance en milieu industriel. Ce ne sont généralement pas des règlements promulgués formellement, mais plutôt des pratiques adoptées presque à chaque fois que des capacités auditives sont prises en compte pour un emploi.

Ces pratiques laissent croire qu'un certain degré de *sensibilité auditive* à certaines fréquences rend compte de toutes les capacités auditives. Or, les rares études portant sur les interrelations entre différentes capacités auditives montrent bien plusieurs dimensions complémentaires [5,6]. Ainsi, la détection et l'identification sonores font appel à des pouvoirs différents de l'oreille selon que la tâche est réalisée dans le silence ou dans le bruit. Dans le second cas, le pouvoir de *résolution fréquentielle* du système auditif entre en jeu de façon prépondérante. À sensibilité auditive égale, on observe de fortes variations inter-individuelles de la résolution fréquentielle [7]. Par ailleurs, les tâches d'identification ou de reconnaissance sollicitent le pouvoir de *résolution temporelle* du système auditif, ce qui n'est généralement pas le cas des tâches de détection. Les activités de localisation des sources sonores, dans des environnements plus ou moins bruyants et réverbérants, font appel à la sensibilité de l'oreille, à la résolution temporelle et fréquentielle; mais, le pouvoir de *résolution spatiale* du système auditif repose également sur des habiletés vraisemblablement acquises par un phénomène d'apprentissage. Il en résulte que des personnes malentendantes peuvent montrer de très bonnes aptitudes à la localisation sonore malgré leur déficience en termes de sensibilité [8]. Par ailleurs, la compréhension de la parole puise bien sûr dans les différents pouvoirs élémentaires du système auditif périphérique (sensibilité, résolution fréquentielle et temporelle), mais elle exige, de plus, la contribution de processus d'analyse fort complexes gouvernées par le système nerveux central. Comme pour les autres aptitudes, la compréhension verbale mobilise différemment les pouvoirs élémentaires du système auditif en conditions d'écoute rendues plus difficiles par des facteurs d'ambiance (bruit et réverbération) et de fidélité de transmission du message (bande passante limitée, distorsion, etc.).

On constate donc qu'il n'est pas possible de réduire la prédiction de toutes les capacités auditives à une seule mesure de sensibilité. Pourtant, tout se passe comme si chaque fois qu'une institution ou une entreprise devait définir des critères de capacité auditive pour un certain emploi, seul le critère médico-légal était retenu (et les aides auditives exclues). Il est bien évident que toutes les activités professionnelles ne requièrent pas les mêmes capacités. On pourrait comprendre que les critères d'embauche soient inspirés des barèmes d'indemnisation lorsque ceux-ci reflètent un seuil d'incapacité à exercer une certaine activité professionnelle. Or, dans le cas de la surdité, les barèmes d'indemnisation reflètent, depuis leur origine [9], non pas

une incapacité à occuper un emploi mais uniquement une perte de jouissance de la vie. C'est d'ailleurs parce qu'elle ne cause généralement pas de manque à gagner que la surdité professionnelle a fait l'objet de procédures d'indemnisation plusieurs décennies après d'autres maladies professionnelles.

Pourquoi alors recourt-on à un critère unique inspiré des barèmes d'indemnisation? La réponse à cette question exigerait une analyse fort complexe des facteurs historiques, socio-politiques et techniques en cause. À défaut de pouvoir réaliser une telle étude, on peut retenir trois facteurs explicatifs particulièrement saillants.

Premièrement, comme l'avait explicitement exprimé un expert consulté par la Commission canadienne des transports, l'application du critère médico-légal permet à l'employeur d'éviter de faire face à des réclamations pour des atteintes auditives présentes au moment de l'embauche [10]. On comprend certes une telle précaution de la part des employeurs sachant que le bruit est l'agresseur le plus prévalent du milieu industriel et que la surdité est la maladie professionnelle irréversible la plus prévalente dans les pays industrialisés [11]. Plus les conditions de travail sont susceptibles de causer une surdité, plus les demandes d'indemnité pour cette atteinte sont à craindre. L'insalubrité des milieux industriels au plan sonore ne justifie pas pour autant une pratique discriminatoire à l'embauche. Mais, certaines procédures d'indemnisation imputent systématiquement la pénalité au dernier employeur sans égard à l'histoire professionnelle du réclamant [12]. Cette procédure incite inévitablement les employeurs à refuser un emploi aux personnes présentant des pertes d'audition.

En second lieu, pour de multiples raisons, les différentes capacités auditives sont peu connues du corps médical appelé à appliquer les critères d'embauche. Pour l'embauche ou le maintien en emploi, on se réfère à un concept de santé auditive globale évaluée par une simple mesure de sensibilité de l'oreille. Ainsi, une oreille soit-disant "en santé" devrait pouvoir satisfaire n'importe quelle exigence du milieu de travail, quel qu'il soit.

En troisième lieu, comme l'illustre l'exemple rapporté plus haut, les exigences imposées par les diverses activités professionnelles ne sont pas analysées de façon systématiques et ne sont pas prises en compte dans la définition des aptitudes à l'exercice de ces activités. On ne dispose pratiquement d'aucune littérature scientifique ou professionnelle faisant état de telles analyses de tâches et de description des capacités requises. Il est intéressant de noter à cet égard le fait que l'ergonomie accuse un retard considérable dans la description des activités impliquant la fonction auditive par comparaison à celles qui sollicitent le système visuel. Ainsi trouve-t-on des situations aussi étonnantes qu'inquiétantes. Par exemple, dans les salles de chirurgie ou de soins intensifs, le personnel est appelé à détecter et à reconnaître jusqu'à 24 avertisseurs sonores différents, par ailleurs non conçus pour être facilement différenciés [13]. En milieu industriel, les nombreux avertisseurs sonores utilisés ne font l'objet d'aucune stratégie de conception ou

d'ajustement en fonction des contraintes du milieu, notamment du bruit ambiant, non plus que de la capacité auditive des personnes qui y travaillent [14].

En somme, les critères actuels d'embauche reposant sur une définition des capacités auditives en termes de seuils audiométriques s'appuient sur un cadre conceptuel totalement inadéquat conduisant inévitablement à des décisions discriminatoires à l'endroit des personnes qui

présentent des pertes de sensibilité auditive. L'impact de cette pratique est sans doute important au plan numérique puisqu'il concerne au moins 2% des adultes de moins de 31 ans, 4.5% des gens de 31 à 40 ans et 10% des gens de 51 à 60 ans [15].

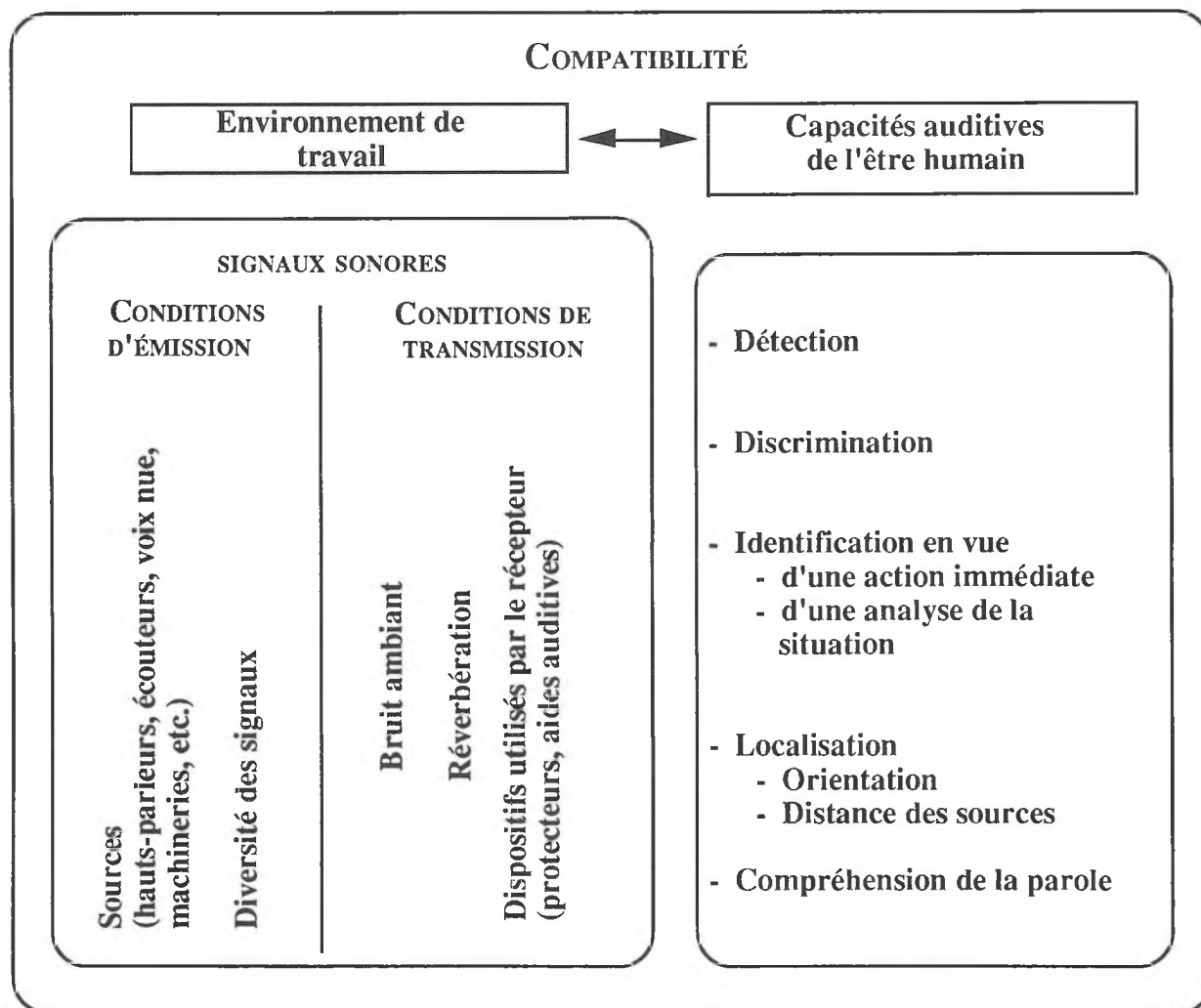


Figure 1. Modèle conceptuel permettant l'analyse de la compatibilité entre les exigences du poste de travail et les capacités auditives des personnes. Les conditions de transmission des signaux sonores sont prises en compte dans la définition des exigences du poste. L'accent est mis, non pas sur l'individu, mais sur l'interaction individu-environnement de travail.

3. Les bases d'un cadre conceptuel renouvelé

En adoptant une perspective écologique des activités impliquant l'audition [16], on met l'accent sur l'interaction entre la personne et l'environnement de travail. La Figure 1 résume cette perspective en soulignant le fait que les différentes capacités auditives exigées par une tâche vont

varier selon le type de source de signaux sonores à traiter et selon les conditions de transmission de tels signaux. Une description détaillée des différentes interactions identifiables dans le schéma de la Figure 1 exigerait un long exposé tant les cas sont variés et complexes. Seules quelques illustrations sont introduites ici.

Au niveau le plus simple, soit à celui de la *détection* de la présence d'un évènement sonore, on constate

que les exigences de la tâche seront déterminées par les propriétés de ce signal et, par conséquent, de sa source ainsi que du milieu dans lequel il est transmis à la personne. Détecter un bruit insolite d'une machine opérant dans un fond sonore de 85 dBA tout en portant des coquilles anti-bruit ne constitue évidemment pas la même activité que détecter un son pur émis par un écouteur calibré dans le silence d'une cabine audiométrique.

La complexité de la tâche augmente évidemment avec le niveau de traitement de l'information auditive transmise. Ainsi, la *discrimination* entre plusieurs signaux, dont certains témoigneraient de défauts de machinerie ou d'équipement, exige une plus grande capacité que la seule détection puisque cela fait appel aux pouvoirs du système auditif non seulement en termes de résolution fréquentielle mais aussi de résolution temporelle. L'*identification* ou la reconnaissance d'un signal suppose qu'il est mémorisé et qu'il est reproduit dans des conditions suffisamment stables pour que ses traits saillants puissent être perçus de façon fidèle. Ainsi, la reconnaissance d'avertisseurs sonores en milieu réverbérant peut être extrêmement problématique sachant que les signaux pulsés, plus faciles à mémoriser, peuvent être méconnaissables lorsque reproduits en présence d'une réverbération plus ou moins importante comme c'est le cas de la majorité des locaux industriels [17].

La *localisation* des sources sonores dans l'espace fait surtout appel à des indices de comparaison entre les sensations associées à chacune des oreilles. Mais, en milieu réverbérant, par exemple, seuls les signaux comportant une attaque brusque fournissent un indice binaural, soit la comparaison des durées d'arrivée du son à l'une et à l'autre oreille [18]. En présence d'un bruit intense, la localisation dépend de la résolution fréquentielle de l'oreille, la tâche étant alors gouvernée par la capacité de détection dans le bruit [19]. La perception de la distance de la source est évidemment très limitée par la présence d'un bruit ambiant intense [20] de sorte qu'il est souvent impossible d'anticiper l'approche d'un véhicule dangereux malgré l'avertissement donné par son klaxon. Cette entrave à la perception de la distance est en outre exacerbée par le port de protecteurs anti-bruit.

La *compréhension de la parole*, en faisant appel à un ensemble d'habiletés d'analyse, exige un traitement beaucoup plus complexe du signal sonore que toute autre activité auditive. Mais, l'intelligibilité d'un message verbal est fortement déterminée par un ensemble de facteurs externes à la personne. Si la parole est transmise via un support électronique, celui-ci introduit des limites à sa bande passante ainsi que des distorsions qui augmentent la difficulté de la tâche. La diversité des messages augmente l'incertitude et, par conséquent, l'exigence en termes de discrimination verbale. La compréhension de la parole dans le silence et dans le bruit sont deux tâches différentes, la seconde faisant beaucoup plus fortement appel au pouvoir de résolution en fréquence du système auditif [21]. De même, en milieu réverbérant, la résolution temporelle du système auditif est fortement sollicitée pour la compréhension de la

parole [22,23]. Si deux personnes portant des protecteurs anti-bruit essaient de communiquer verbalement, la communication sera perturbée non seulement à la réception du message si la résolution fréquentielle n'est pas maximale, mais aussi à son émission, puisque le locuteur n'ajuste pas correctement le niveau de sa voix aux conditions de bruit ambiant [24].

Comme on le constate, l'examen de l'interaction entre exigences de l'environnement et capacités de l'individu peut révéler des *incompatibilités*, soit (a) parce que l'environnement présente des caractéristiques incompatibles avec les capacités humaines habituelles, soit (b) parce que la personne présente des caractéristiques particulières limitant ses capacités à répondre aux contraintes de l'environnement. Le premier cas, extrêmement fréquent en milieu de travail industriel quand il s'agit de considérer les contraintes de l'environnement sonore [17], fait appel à une meilleure conception de celui-ci en fonction des capacités humaines courantes. Le second cas nécessite le plus souvent le recours à des aides technologiques permettant de corriger la fonction déficiente ou d'y suppléer. Dans un cas comme dans l'autre, l'accent est mis sur la compatibilité entre capacités et exigences de la tâche.

Une telle approche, favorable à l'intégration des personnes qui présentent des déficiences, est en accord avec les dispositions légales adoptées à cet effet, en particulier, avec les Chartes québécoises et canadiennes des droits et libertés [25, 26] ainsi qu'avec les dispositions des lois récemment adoptées aux USA et en France en vue de l'intégration des personnes présentant des limitations fonctionnelles [27,28]. Dans le contexte précis de la définition des capacités auditives en termes de critères d'embauche et de maintien en emploi, le cadre proposé s'applique aux quatre types d'obstacles à l'intégration les plus souvent identifiés dans la pratique, soit:

- la caractérisation des exigences de la tâche en termes de capacités auditives;
- le contrôle du risque d'accidents associé aux incapacités auditives;
- le pronostic d'incapacité future associé à la progression de la déficience;
- le contrôle du risque d'aggravation de la déficience associé aux conditions de travail.

Celles-ci sont analysées de façon détaillée ci-après.

4. La levée des principaux obstacles à l'intégration au travail des personnes malentendantes

4.1 Les exigences de la tâche en termes de capacités auditives

Tel qu'introduit plus haut au chapitre 2, tout critère d'embauche fondé sur une définition de capacités auditives doit reposer sur une analyse des exigences associées à la

tâche qui sera assignée. Une telle analyse devrait être facilitée par le schéma conceptuel proposé à la Figure 1.

Cependant, dans une perspective écologique, l'analyse de la tâche et de l'environnement de travail ne peut être réalisées sans tenir compte des aptitudes humaines courantes. Par exemple, sachant que des auditeurs normaux peuvent apprendre à reconnaître sans erreur 7 signaux en moyenne, il serait insensé d'exiger que des anesthésistes puissent apprendre à reconnaître plus de 20 signaux sonores provenant des différents moniteurs biologiques utilisés en salles de chirurgie [13]. Dans une telle situation, où les exigences se sont développées de façon anarchique, il y a d'abord lieu de modifier la conception de la tâche afin de la rendre compatible avec les aptitudes humaines.

Il en va de même pour la prise en compte des effets du vieillissement normal de l'audition. On sait que les différentes capacités auditives de base tendent à subir une certaine dégradation avec l'avancement en âge [15]. Ainsi, l'adoption d'un critère d'aptitude établi en fonction des capacités des jeunes adultes constitue une barrière pour des candidats plus vieux et porte en lui-même une marque de discrédit à l'endroit des personnes qui occupent l'emploi depuis un grand nombre d'années puisqu'elles sont inévitablement sujettes aux effets du vieillissement normal de leur audition.

Lorsque la capacité auditive exigée est définie de façon adéquate, il est alors nécessaire de disposer d'une épreuve valide et fidèle permettant de mettre en application de façon rigoureuse une telle définition. On dispose depuis longtemps d'épreuves cliniques pour la mesure de la sensibilité auditive et de la compréhension de la parole dans le silence. La mesure de la résolution fréquentielle et temporelle en contexte clinique est très récente et fait encore l'objet de travaux de standardisation [29,30]. On ne dispose, présentement, d'aucune épreuve clinique de capacités de reconnaissance de signaux sonores, de localisation sonore et de compréhension de la parole en milieu plus ou moins réverbérant. En fait, on accuse un certain retard en matière d'évaluation clinique de différentes capacités auditives. Un important travail de recherche appliquée devrait donc émerger du recours au cadre conceptuel proposé plus haut.

Parce que l'on cherche à maximiser la compatibilité entre l'environnement de travail et les aptitudes humaines, il faut explorer toutes les possibilités d'accommodement aux limitations fonctionnelles imposées par les déficiences auditives. Ainsi, la mesure clinique des capacités auditives devrait pouvoir tenir compte de l'usage d'*aides auditives*, lesquelles doivent être prises en compte dans la définition des capacités, comme en fait foi la jurisprudence en cette matière [31]. De plus, on doit examiner les possibilités d'adaptation de l'environnement de travail aux contraintes imposées par la surdité. Cette dimension est développée au paragraphe qui suit à propos de la question de la sécurité du travail pour des personnes présentant une déficience auditive.

4.2 Le contrôle du risque d'accidents associé aux incapacités auditives

Tel que mentionné plus haut, les examens de l'audition en milieu de travail bruyant tirent leur origine au dix-neuvième siècle de l'industrie des chemins de fer [1]. Les employeurs craignaient en effet que des gens affectés de surdité professionnelle commettent des erreurs coûteuses à cause de leur déficience auditive. Mais, dans les milieux industriels en général, on s'est fort peu préoccupé de l'audibilité des avertisseurs sonores, malgré la présence de bruits ambiants intenses, de réverbération sonore importante et de l'usage de protecteurs anti-bruit. En fait, aucun contrôle réglementaire n'est exercé sur l'usage des avertisseurs sonores en milieu industriel [32,33].

L'usage des avertisseurs sonores de danger, très fréquent dans ces milieux [14], peut constituer une barrière importante pour les personnes qui présentent des déficiences auditives. De plus, parmi les travailleurs expérimentés, les nombreuses victimes de surdité professionnelle vivent vraisemblablement des situations de vulnérabilité du fait que les avertisseurs sonores en milieu industriel ne sont pas ajustés aux conditions ambiantes et aux limites imposées par ce type de surdité [32].

La première solution qui s'impose évidemment est la réduction du bruit de manière à permettre à chacun de détecter facilement des signaux sonores d'urgence (et, aussi, de pouvoir utiliser la voix pour communiquer efficacement en situation d'urgence). Connaissant la lenteur du processus d'amélioration des ambiances sonores en milieu industriel [34], la détection des avertisseurs sonores dans le bruit pose de sérieux problèmes aux personnes qui ont des capacités auditives normales et, à plus forte raison, à celles qui présentent des déficiences auditives.

Dans une perspective d'adaptation de l'environnement de travail aux contraintes imposées par la surdité, le GAUM a entrepris de développer une solution à ce problème. Nous avons d'abord identifié une méthode de mesure de la sélectivité fréquentielle qui s'avérerait être prédictrice de la capacité de détection sonore dans le bruit [29]. La Figure 2 illustre le principe de cette mesure. La capacité de détecter un signal de fréquence quelconque dans un bruit est décrite en termes de filtres auditifs de largeur fréquentielle déterminée. Le filtre rejette une certaine quantité d'énergie sonore associée au bruit ambiant de part et d'autre d'une composante fréquentielle du signal. Ce rejet est d'autant plus important que les pentes du filtre sont raides et que l'on s'éloigne de sa fréquence centre. Pour le caractériser, on détermine le seuil d'audibilité d'un son pur en présence d'un bruit masquant dans le spectre duquel est pratiquée une échancrure dont on varie la largeur (Figure 2). Le seuil de détection du signal est défini comme étant directement proportionnel à la puissance du bruit masquant qui passe à travers le filtre auditif centré à la fréquence du signal. Plus étroite est l'échancrure, plus grande sera la quantité de bruit qui traversera le filtre auditif et inversement.

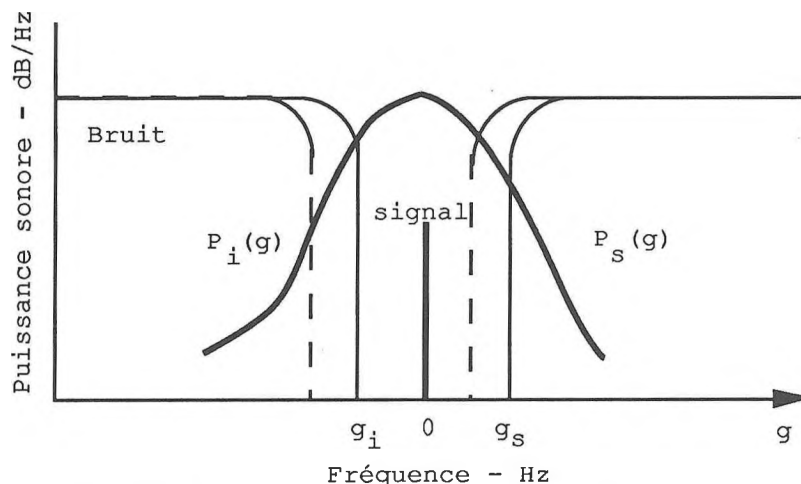


Figure 2. Représentation d'un signal tonal dans l'échancrure de largeur variable, définie d'après les paramètres g_i et g_s , pratiquée dans un bruit de masque; les branches supérieures (P_s) et inférieures (P_i) du filtre auditif sont calculées d'après les seuils d'audibilité du signal en présence de bruits de différentes largeurs d'échancrure spectrale.

Dans l'exemple d'un filtre normal rapporté à la Figure 3A, le filtre centré à 1 kHz agit comme un atténuateur pouvant diminuer, par exemple à 1.4 kHz, de 60 dB le pouvoir masquant du bruit ambiant. La perte de résolution fréquentielle, illustrée à la Figure 3B, se traduit par un élargissement du filtre auditif à certaines fréquences accompagné d'un adoucissement plus ou moins important de ses pentes. L'atténuation du bruit masquant est donc moins forte, et le pouvoir de détection d'un signal dans cette zone de fréquences beaucoup plus faible.

L'intérêt de cette approche réside dans le fait qu'elle permet, moyennant une certaine modélisation de la détection sonore, de prédire la capacité d'un individu donné à détecter un signal quelconque en présence d'un bruit quelconque. A terme, il est donc possible de définir les caractéristiques d'un signal pour qu'il soit entendu et reconnu par une personne malentendante, en dépit du bruit ambiant.

La mesure des filtres auditifs a été développée par Patterson il y a une quinzaine d'années [35]. Nous avons entrepris d'adapter cette méthode aux contraintes de l'examen clinique. Une étude de faisabilité auprès de travailleurs atteints de surdité professionnelle a confirmé qu'elle était applicable à des personnes ayant différents degrés de perte de sensibilité auditive [7]. Un travail d'optimisation de la procédure a ensuite été réalisé [36]. Ainsi, en moins de 25 minutes, il est possible de caractériser la capacité de détection dans le bruit d'une personne. Nous avons en outre recueilli des données normatives de sélectivité fréquentielle avec cette méthode de manière à élargir son champ d'application à des fins diagnostiques.

Un logiciel (*Détection^{mc}*) avait déjà été mis au point par le GAUM pour prédire, sur une base statistique, les conditions de détection et de reconnaissance des avertisseurs sonores en fonction de l'environnement sonore [33]. Le logiciel est en voie de modification afin de permettre de spécifier les caractéristiques des signaux sonores qui seraient compatibles avec les capacités individuelles telles qu'évaluées au moyen de l'examen clinique. Nous en sommes présentement au processus de validation de telles prédictions auprès de personnes présentant divers types et degrés de perte de sensibilité auditive. Au terme de ce travail, nous devrions être en mesure de proposer une stratégie de réadaptation professionnelle pour les nombreuses personnes ayant acquis une déficience auditive à cause de leur travail ainsi que pour les personnes atteintes de surdité d'origines diverses, dont le milieu de travail exigerait d'eux d'entendre des avertisseurs sonores en milieu plus ou moins bruyant.

Le GAUM a également étudié les conditions de détection d'avertisseurs sonores lorsque l'audition est corrigée au moyen d'une aide auditive [37,38]. Les résultats de nos travaux ont montré qu'il était possible de réunir des conditions optimales de détection sonore avec une aide auditive, moyennant certaines conditions techniques. En effet, l'embout de l'aide auditive peut agir comme un atténuateur efficace contre le bruit ambiant, si l'empreinte prise pour le fabriquer est parfaite et s'il n'est pas muni d'un évent (ouverture de l'embout permettant une circulation de l'air dans le conduit auditif externe). On remarque à la Figure 4 que l'affaiblissement sonore des embouts est relativement important quel que soit le modèle d'aide auditive. Ainsi, à 500 Hz et au-delà, l'affaiblissement sonore est supérieur à 25 dB.

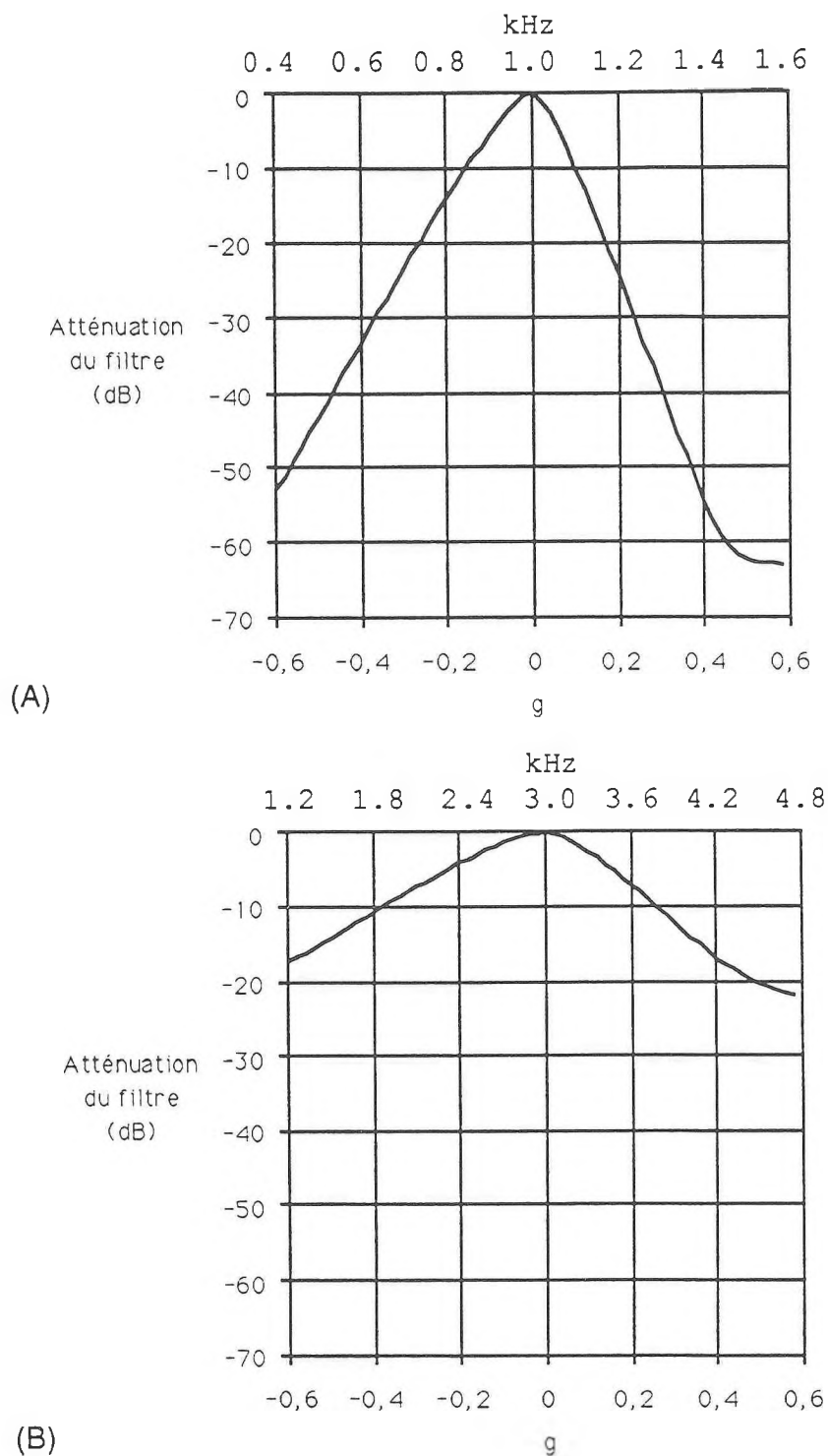


Figure 3. Exemple de filtres auditifs centrés à 1000 Hz (A) et à 3000 Hz (B), mesurés à l'oreille droite d'un travailleur exposé au bruit, au moyen de la technique du bruit à échancrure. Les seuils absolus d'audition étaient de 10 et de 43 dB HL à 1000 et à 3000 Hz respectivement.

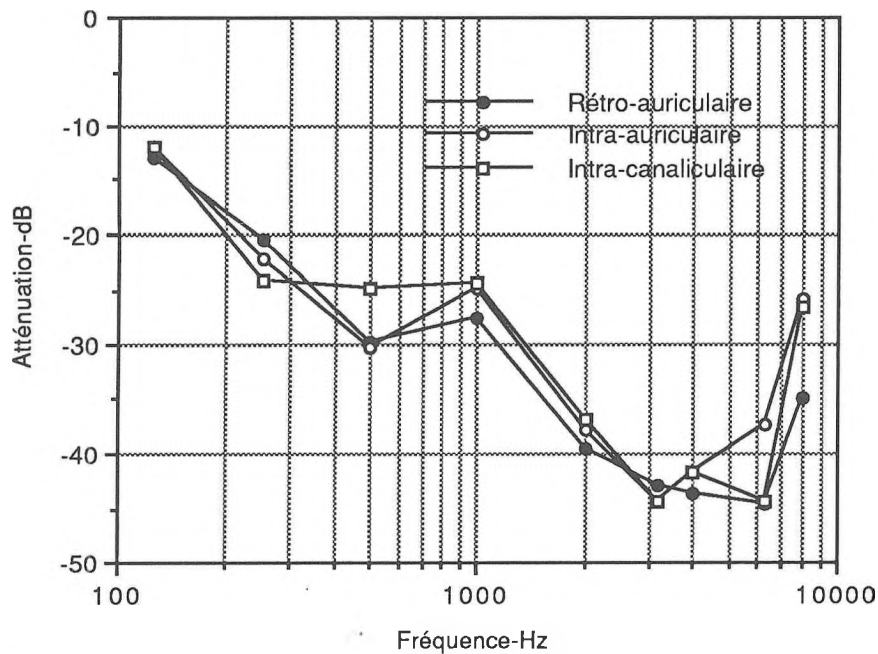


Figure 4. Affaiblissement sonore moyen offert par les embouts de trois modèles d'aides auditives (rétro-auriculaire, intra-auriculaire et intra-canaliculaire), lorsqu'ils sont parfaitement étanches. Les valeurs sont obtenues à partir de corrections des pertes par insertion mesurées sur un modèle mécano-acoustique de la tête et de l'oreille humaine [35].

L'embout, s'il est parfaitement étanche, offre donc une barrière efficace au bruit ambiant. Il est alors possible de transmettre des signaux sonores à l'aide auditive via un système émetteur-récepteur MF. Le signal peut être reçu par l'aide auditive au moyen d'un télécapteur (bobine d'induction) ou d'un couplage électronique direct pour ensuite être amplifié selon les besoins de la personne malentendante. Etant donné l'affaiblissement sonore du bruit ambiant par l'embout et l'amplification du signal par l'aide auditive, le problème de détection sonore en milieu plus ou moins bruyant et réverbérant peut très bien être résolu même si la perte d'audition de la personne est relativement importante. Le même dispositif est évidemment utilisable pour transmettre efficacement des messages verbaux. Une telle solution ne saurait résoudre tous les problèmes de compatibilité entre exigences imposées par l'environnement de travail et les capacités des personnes présentant des déficiences auditives, mais elle constitue une stratégie applicable à un grand nombre de situations.

En somme, on dispose de moyens techniques relativement simples pour permettre d'adapter les caractéristiques des signaux sonores aux contraintes imposées par des déficiences auditives en intervenant sur leurs sources ou encore sur leur mode de transmission et de réception. Le risque d'accident associé à une baisse de capacité à percevoir des avertisseurs sonores en milieu de travail ne devrait donc plus constituer un obstacle majeur à l'embauche des personnes malentendantes.

4.3 Le pronostic d'inaptitude future associé à la progression de la déficience

Une des raisons invoquées pour refuser un emploi à une personne qui présente une déficience auditive est l'incertitude quant à l'évolution de sa déficience et, par conséquent, de ses capacités auditives [10]. Cette question soulève la nécessité d'une analyse de l'histoire naturelle des différentes maladies qui causent des surdités progressives ainsi que de l'efficacité des soins permettant d'en limiter la progression éventuelle. D'une manière générale, les surdités progressives ne passent pas par des périodes de changements abrupts dans les capacités auditives, de sorte qu'une surveillance audilogique et médicale habituelle devrait suffire pour s'assurer de la disponibilité des capacités requises et, au besoin, pour rajuster l'aide auditive ou introduire des accommodements nouveaux.

Toutefois, ne disposant d'aucune tradition professionnelle en cette matière, cette question mérite vraisemblablement une étude plus approfondie.

4.4 Le contrôle du risque d'aggravation de la déficience associé aux conditions de travail

La mesure de la sensibilité auditive fait systématiquement partie des examens d'embauche principalement en milieu industriel. Étant donnée la forte prévalence des sur-expositions au bruit en usine, il arrive souvent qu'une personne se présente à l'examen avec une certaine perte d'audition généralement imputable aux conséquences d'un emploi antérieur. Cette situation a été la cause de refus d'embauche justifiés par des avis médicaux présumant d'une hypersensibilité aux effets auditifs du bruit. Dans un cas porté devant la Commission des droits de la personne du Québec, le refus était explicitement motivé par le risque d'aggravation d'une perte déjà présente [39]. Un tel avis s'appuie sur deux présuppositions difficilement soutenables.

En premier lieu, on présume être en mesure de juger de la sensibilité à l'égard des effets du bruit alors qu'aucune épreuve valide n'a, à ce jour, pu être mise au point à cet effet. De fait, à cause du processus asymptotique de l'évolution de la perte d'audition due au bruit, les personnes présentant déjà une atteinte due au bruit montreront une progression plus lente de la perte en présence d'une exposition nocive [40]. Prenons l'exemple d'une personne qui aurait été exposée quotidiennement à son travail à un bruit continu de 90 dBA au point d'être atteint, après 4 ou 5 années, d'une perte voisine de 30 dB à 4 kHz; si une telle sur-exposition était prolongée, le taux de changement annuel du seuil d'audition à cette fréquence serait inférieur à 1 dB. On ne pourrait donc juger cette personne comme étant particulièrement vulnérable aux effets du bruit si elle postulait un nouvel emploi comportant une telle sur-exposition.

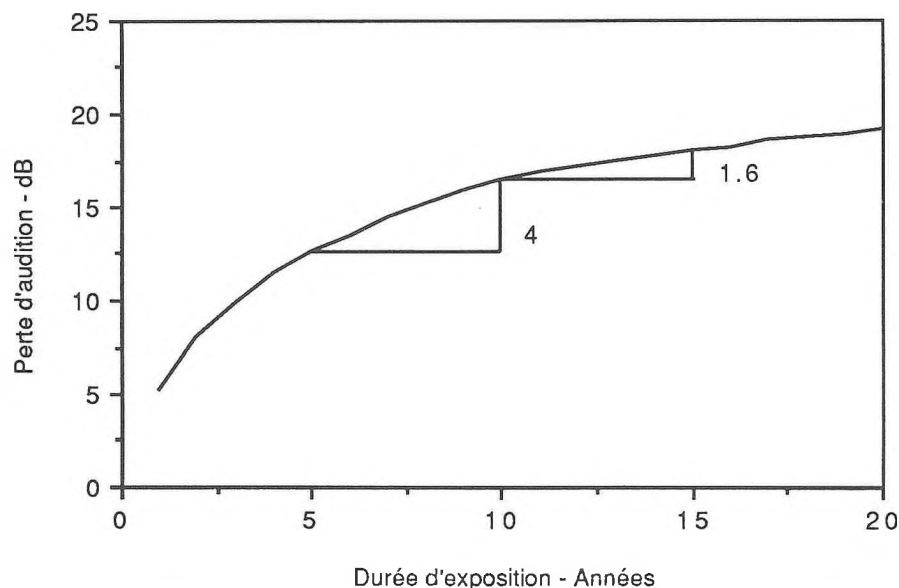


Figure 5. Progression de la perte d'audition à 4 kHz, en présence d'une exposition quotidienne à 90 dBA-8h, chez un individu se situant parmi les 5% les plus sensibles d'une population otologiquement normale; estimation faite d'après le standard ISO-1999 [41].

En second lieu, on considère, dans ce contexte, l'insalubrité de l'environnement sonore du poste à combler comme étant une condition normale et immuable alors que la personne est en droit, selon les dispositions des lois concernant les droits de la personne [25] et concernant la santé au travail [42], à des conditions qui respectent son intégrité physique.

Un autre type de cas de refus d'embauche est associé à la situation de personnes atteintes d'une maladie dont les effets sur l'audition pourraient être exacerbés par l'exposition au bruit. La question de l'insalubrité de l'environnement sonore s'applique encore ici. Cependant, il se pourrait qu'une personne soit effectivement dans un état physiologique de vulnérabilité beaucoup plus grande que la majorité des gens. C'est vraisemblablement le cas de personnes qui subiraient un traitement pharmacologique

comportant un risque d'ototoxicité. Des travaux récents sur des modèles animaux ont en effet montré des interactions synergiques entre l'exposition au bruit et la prise de certains types de médicaments soit, en particulier, les antibiotiques aminoglycosides et un agent utilisé dans le traitement de cancers, le cis-diamminedichloro-platine [43,44]. Les résultats des travaux expérimentaux montrent que l'exposition à ces agents potentiellement ototoxiques pourrait faire en sorte de rendre nocive une dose par ailleurs non nocive d'exposition au bruit. Il s'agit donc de contre-indications très spécifiques applicables aux situations de traitements à ces médicaments.

Par ailleurs, certaines pathologies de l'oreille peuvent, non pas fragiliser, mais bien augmenter la résistance à l'égard des effets auditifs du bruit. En effet, les gens qui souffrent d'une pathologie de l'oreille moyenne bénéficient, dans certaines limites, d'un atténuateur sonore biologique qui les protège des bruits excessifs, en particulier pour l'audition dans les basses fréquences [45]. La condition pathologique, pas plus que la perte d'audition qu'elle aurait pu causer chez la personne, ne devrait alors faire obstacle à l'accessibilité au milieu de travail.

Un dernier type d'obstacle est lié à l'usage même de la correction auditive chez des personnes malentendantes. En effet, l'aide auditive étant un amplificateur sonore, on doit craindre que la personne qui l'utilise dans un environnement plus ou moins bruyant s'expose à un risque élevé de voir sa perte auditive aggravée. Là encore, on peut examiner la situation sous un autre angle: est-ce que l'aide auditive mise hors-circuit peut agir comme protecteur en présence de bruits excessifs et peut-elle faciliter l'écoute et la communication dans les situations plus calmes ? Tel que mentionné plus haut, les travaux du GAUM [38] ont montré que, moyennant certaines précautions, l'usage de l'aide auditive n'était pas incompatible avec le travail en milieu industriel.

5. Conclusion

En somme, l'adoption d'un cadre conceptuel orienté vers la levée des différents obstacles à l'intégration des personnes présentant des déficiences auditives fait appel à une redéfinition complète des critères d'embauche en cette matière. Ceux-ci doivent passer par (a) la caractérisation des exigences de la tâche au plan auditif, (b) la caractérisation des capacités auditives spécifiquement requises au moyen d'épreuves appropriées et, le cas échéant, (c) l'adaptation du poste pouvant inclure des moyens de correction ou de suppléance. La mise en application d'une telle approche est susceptible de soulever de nouvelles questions, mais elle devrait surtout offrir des réponses aux besoins des gens qui présentent des déficiences auditives.

Références bibliographiques

- [1] Atherley, G., Noble, W. Occupational deafness: The continuing challenge of early german and scottish research. *American Journal of Industrial Medicine*, 1985, 8: 101-117.
- [2] Loi nationale sur les transports; Loi sur les chemins de fer. Chapitre 1173: Règlement sur l'examen de la vue et de l'ouïe des employés de chemin de fer. Ordonnance No. 0-9. 1978.
- [3] Webster, J.C. Effects of noise on speech. in C. M. Harris (ed.) *Handbook of Noise Control*. New York: McGraw-Hill, Second edition, 1979, ch. 14.
- [4] Loi nationale sur les transports; Loi sur les chemins de fer. Chapitre 1173: Règlement sur l'examen de la vue et de l'ouïe des employés de chemin de fer-Modification. DORS/85-375, 1985.
- [5] Festen, J.M., Plomp, R. Relations between auditory functions in impaired hearing. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1983, 73: 652-662.
- [6] Hall, J. W., Grose, J.H. Spectrotemporal analysis and cochlear hearing impairment: Effects of frequency selectivity, temporal resolution, signal frequency, and rate of modulation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1989, 85: 2550-2562.
- [7] Laroche, C., Héту, R. Tran Quoc, H. Josseland, B. Glasberg, B. Frequency selectivity in workers with noise-induced hearing loss. *Hearing Research*, 1992, 64: 61-72.
- [8] Scharf, B. Comparison of normal and impaired hearing I. Loudness, localization. in C. Ludvigsen and J. Barfod (eds.) *Sensorineural hearing impairment and hearing aids. Scandinavian Audiology Supplement 6*, 1978, pp. 49-76.
- [9] Ginnold, R. Workmen's compensation for hearing loss in Wisconsin. *Labor Law Journal*, 1974, 25(1): 683-690.
- [10] Fox, M., Buun, J.H. Workers' compensation aspects of noise induced hearing loss. *Otolaryngology Clinics of North America*, 1979, 12(3): 705-724.
- [11] Héту, R., Getty, L. Le handicap associé à la surdité professionnelle: un obstacle majeur à la prévention. *Travail et santé*, 1990, 6(3): S18-S25.
- [12] Sataloff, R.T., Sataloff, J. *Occupational Hearing Loss*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1987, p. 627.
- [13] Momtahan, K. Héту, R., Tansley, B. Audibility and identification of auditory alarms in the operating room and intensive care unit. *Ergonomics*, (sous presse).
- [14] Laroche, C., McDuff, S., Tran Quoc, H., Héту, R. Application d'un modèle de détection d'avertisseurs sonores en milieux de travail bruyants. *Colloque de physique*, 1990, C2, Tome 51, suppl. no. 2, 171-174.
- [15] Davis, A.C. The prevalence of hearing impairment and reported hearing disability among adults in Great Britain. *International Journal of Epidemiology*, 1989, 18(4): 911-917.
- [16] Noble, W. Hearing, hearing impairment, and the audible world: A theoretical essay. *Audiology*, 1983, 22: 325-338.
- [17] Héту, R. Mismatches between auditory demands and capacities in the industrial work environment. *Audiology*, (  para tre).
- [18] Rakerd, B., Hartman, W.M. Localization of sound in rooms, III: Onset and duration effects. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1986, 80: 1695-1703.
- [19] Can vet, G., Santon, F., Scharf, B. Localisation auditive et perception de la parole dans le bruit. *Annales d'Oto-Laryngologie*, 1986, 103: 1-8.

- [20] McMurtry, P.L., Mershon, D.H. Auditory distance judgments in noise, with and without hearing protection. Proceedings of the Human Factors Society, 29th Annual Meeting, 1985, pp.811-813.
- [21] Plomp, R. A signal-to-noise ratio model for the speech-reception threshold of the hearing impaired. Journal of Speech and Hearing Research, 1986, 29: 146-154.
- [22] Irwin, R.J., McCauley, S.F. Relations among temporal acuity, hearing loss and the perception of speech distorted by noise and reverberation. Journal of the Acoustical Society of America, 1987, 81: 1557-1565.
- [23] Harris, R.W., Swenson, D.W. Effects of reverberation and noise on speech recognition by adults with various amounts of sensorineural hearing impairment. Audiology, 1990, 29: 314-321.
- [24] Héту, R. Ergonomic considerations on personal hearing protection. COPE 88, Conference on Protection Equipment, Toronto, 1988, pp. 335-352.
- [25] Charte des droits et libertés de la personne. Assemblée nationale du Québec, Loi adoptée le 27 juin 1975.
- [26] Loi canadienne sur les droits de la personne. Ottawa: Ministère des Approvisionnements et Services Canada, LR (1985), ch. H-6.
- [27] Americans with Disabilities Act of 1990, Public Law 101-326, Washington, D.C., U.S.A.
- [28] Loi du 10 juillet 1987 en faveur de l'emploi des travailleurs handicapés, Paris.
- [29] Tran Quoc, H., Héту, R. Laroche, C. Choix d'une procédure de mesure de la capacité de détection d'un signal sonore dans le bruit en vue de la mise au point éventuelle d'un examen clinique. Journal of Speech-Language Pathology and Audiology, 1991, 15(2): 21-33.
- [30] Buus, S., Florentine, M. Gap detection in normal and impaired listeners: The effect of level and frequency. In A. Michelson (Ed.) Time Resolution in Auditory Systems. Berlin: Springer, 1986, pp. 159-179.
- [31] Canadian Human Rights Tribunal, Erickson v. Canadian Pacific Express and Transport Ltd. Canadian Human Rights Reporter, 1987, 8:D/3942-3963.
- [32] Laroche, C., Tran Quoc, H., Héту, R., McDuff, S. Detectsound: A computerized model for predicting the detectability of warning signals in noisy workplaces. Applied Acoustics, 1991, 32:193-214.
- [33] Tran Quoc, H., Héту, R., Laroche, C. Computerized assessment and prediction of the audibility of sound warning signals for normals and hearing impaired individuals. in Mattila, M. and W. Karwowski (eds.) Computer Applications in Ergonomics, Occupational Safety and Health. Amsterdam: Elsevier, 1992 : 105-112.
- [34] Héту, R., Getty, L. Le handicap associé à la surdité professionnelle: un obstacle majeur à la prévention. Travail et santé, 1990, 6(3): S18-S25.
- [35] Patterson, R.D. Auditory filter shapes derived with noise stimuli. Journal of the Acoustical Society of America, 1976, 59: 640-654.
- [36] Héту, R., Tran Quoc, H. Adaptation d'une procédure de mesure des filtres auditifs aux contraintes de l'examen clinique. Cahiers de l'audition, 1992, 5 (5): 10-16.
- [37] Héту, R., Tran Quoc, H., Tougas, Y. Can an inactivated hearing aid act as a hearing protector. Canadian Acoustics, 1992, 20(3): 35-36.
- [38] Héту, R., Tran Quoc, H., Tougas, Y. Contraintes d'utilisation de la prothèse auditive en milieu de travail bruyant. Rapport final, IRSST, N/D PE-90-13, 1992, 24p.
- [39] Mayo, J. Le rôle de la charte québécoise dans le processus de l'intégration au travail des personnes handicapées. Canadian Human Rights Reporter, 1988, 9:C/88-1 -6.
- [40] Héту, R. Tran Quoc, H., Duguay, P. The likelihood of detecting a significant hearing threshold shift among noise-exposed workers subjected to annual audiometric testing. Annals of Occupational Hygiene, 1990, 34(4): 361-370.
- [41] ISO-1999 Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Geneva: International Organization for Standardization, 1990 (E).
- [42] Loi sur la santé et la sécurité du Travail, S-2.1, Editeur officiel du Québec, 1983.
- [43] Boettcher, F.A., Henderson, D., Gratton, M.A., Danielson, R.W., Byrne, C.D. Synergistic interactions of noise and other ototraumatic agents. Ear and Hearing, 1987, 8(4): 192-212.
- [44] Griffin, J.P. Drug-induced ototoxicity. British Journal of Audiology, 1988, 22: 195-210.
- [45] Phaneuf, R., Héту, R. A bayesian approach for predicting judged hearing disability. American Journal of Industrial Medicine, 1985, 7: 343-352.

MICROPHONES FROM LARSON-DAVIS LABORATORIES



- Preamplifiers
- Power Supplies
- Calibrators

PRECISE, RUGGED, AND AFFORDABLE

Individualized Calibration Charts

MICROPHONE CALIBRATION CHART

MODEL NO. _____

SERIAL NO. _____

SENSITIVITY @ 1013 mbar & 250 Hz
dB re 1V/Pascal

mV/Pascal

K₂ (dB re 50 mV/Pascal)

CAPACITANCE @ 250 Hz

TEST CONDITIONS:

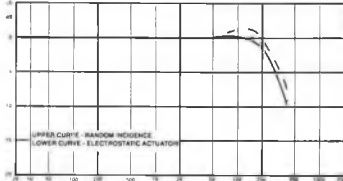
Polarization Voltage _____ V

Ambient Pressure _____ mbar

Temperature _____ °C

Relative Humidity _____ %

Date _____ Signature _____



Dalimar
Instruments Inc.

89, boul. Don Quichotte
Suite No. 7
Ile Perrot, Qc
J7V 6X2

Tel.: (514) 453-0033
Fax: (514) 453-0554