



## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### Calcul de l'insonorisation des bâtiments Quirt, J. D.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

<https://doi.org/10.4224/21273259>

*Note sur la construction, 1987-12-01*

#### **NRC Publications Record / Notice d'Archives des publications de CNRC:**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=7b3329c3-cb63-4f42-af0d-9daecbe0f787>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=7b3329c3-cb63-4f42-af0d-9daecbe0f787>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.



Ref  
Ser  
TH1  
N274  
no. 56F  
BLDG



Conseil national  
de recherches Canada

National Research  
Council Canada

Institut de  
recherche en  
construction

Institute for  
Research in  
Construction

IRC PUB

---

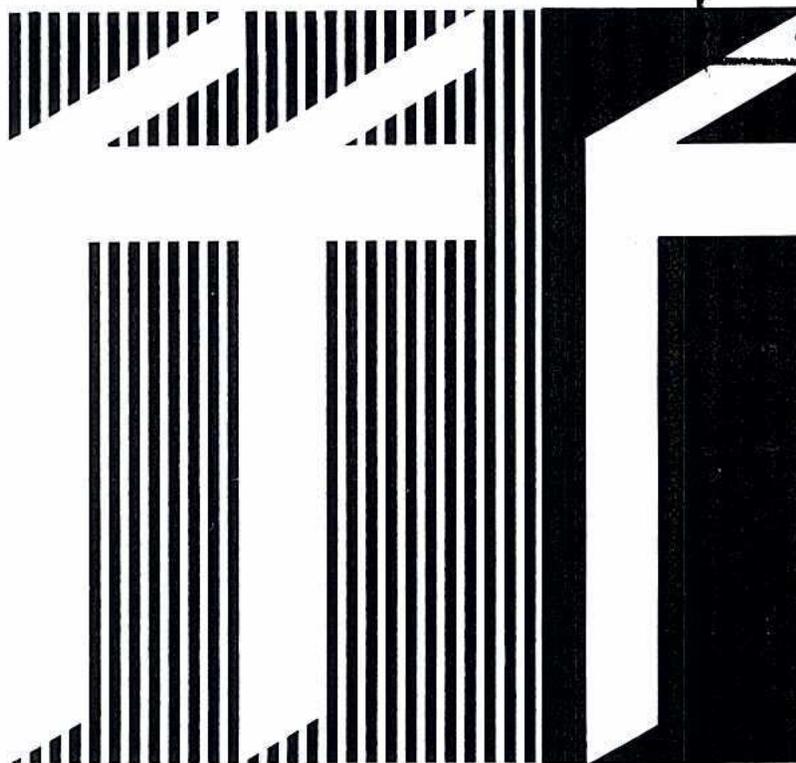
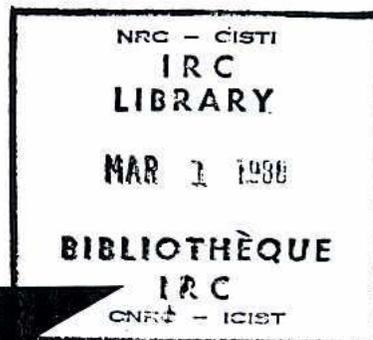
# ***Note sur la construction***

Calcul de l'insonorisation des bâtiments

par J.D. Quirt

BPN 56F

ANALYZED



**CALCUL DE L'INSONORISATION DES BÂTIMENTS**

par J.D. Quirt  
Section d'acoustique  
Institut de recherche en construction

BPN 56F  
ISSN 0830-8268  
Ottawa, décembre 1987  
© Conseil national de recherches du Canada 1987

Publié en anglais sous l'ancien nom "Division des recherches en bâtiment"

7832487

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ/ABSTRACT	1
INTRODUCTION	2
INSONORISATION RECHERCHÉE	2
Niveau sonore extérieur	3
Niveau sonore intérieur	3
Tableau 1	4
CORRECTION POUR TENIR COMPTE DE LA GÉOMÉTRIE DE LA SOURCE	4
TABLEAU 2	5
CORRECTION POUR TENIR COMPTE DES ÉLÉMENTS MULTIPLES	5
TABLEAU 3	6
CORRECTION POUR TENIR COMPTE DE L'AIRE DES ÉLÉMENTS ET DE L'ABSORPTION ACOUSTIQUE DE LA PIÈCE	6
TABLEAU 4	7
CORRECTION POUR TENIR COMPTE DU SPECTRE DE LA SOURCE	7
TABLEAU 5	9
EXEMPLE 1: Calculer la valeur STC des éléments en utilisant le feuillet n° 1.	10
EXEMPLE 2: Calcul du niveau d'insonorisation qu'offre une façade composée d'éléments ayant des valeurs STC spécifiées. Exemple d'utilisation du feuillet 2.	12
EXEMPLE 3: Calcul du niveau d'insonorisation des très grandes pièces.	14
EXEMPLE 4: Calculer la valeur STC des éléments d'une pièce dont les surfaces extérieures sont exposées à des niveaux sonores différents.	16
FEUILLET 1(a)	18
FEUILLET 1(b)	19
FEUILLET 2	20
RÉFÉRENCES	21
ANNEXE A Comparaison avec les méthodes de calcul de la SCHL	22
Bruit d'avion	22
Bruit du trafic routier et ferroviaire	23
ANNEXE B Programme d'ordinateur pour la conception	25

## RÉSUMÉ

Ce document propose une méthode de calcul des valeurs STC de fenêtres et d'autres éléments de l'enveloppe des bâtiments contribuant à l'insonorisation et une méthode de calcul de l'insonorisation que procure ces éléments, seuls et combinés. Les méthodes de calcul se présentent sous forme de feuillets à remplir et d'un programme d'ordinateur effectuant rapidement les mêmes calculs.

## ABSTRACT

This paper presents a procedure for calculating appropriate STC ratings for windows and other building envelope components to provide a required noise reduction. A reverse procedure to determine noise reduction by a given set of components, and their relative contributions to the transmitted noise, is also given. Both a worksheet method and an equivalent computer program are included.

## INTRODUCTION

Le bruit le plus gênant en zone urbaine est celui de la circulation routière, mais le bruit des avions ou des usines est aussi gênant. Les bruits qui pénètrent dans les bâtiments nuisent aux activités des personnes, gênent les conversations et peuvent même nuire au sommeil ou à la concentration. L'insonorisation des bâtiments est possible si la conception et la construction de l'enveloppe sont appropriées.

Ce document propose une méthode permettant de choisir les murs, les fenêtres et les autres éléments qui procureront le niveau sonore intérieur recherché. La première étape consiste à déterminer le niveau d'insonorisation que doit procurer l'enveloppe du bâtiment. Cette valeur est ensuite modifiée pour tenir compte des caractéristiques de la source de bruit et des éléments du bâtiment (comme les fenêtres) afin de déterminer les caractéristiques acoustiques de chaque élément. Des exemples détaillés de calcul sont présentés à la fin du texte pour illustrer la méthode de conception et la méthode de calcul permettant de déterminer l'insonorisation offerte par les éléments du bâtiment. La méthode de calcul est surtout utile pour évaluer les modifications à apporter aux bâtiments existants.

Le bruit est exprimé en décibels pondérés A en raison de l'usage général de cette unité pour les bruits ambiants. (Les définitions du niveau sonore pondéré A et des autres termes techniques employés sont données dans le Digest de la construction au Canada n° 236F<sup>1</sup>.) Les règlements sur l'environnement en vigueur spécifient le niveau sonore équivalent ( $L_{eq}$ ). Il s'agit d'une mesure du bruit moyen sur une longue période exprimée en dB(A). Le niveau sonore équivalent a été adopté dans de nombreuses enquêtes. Bien qu'il s'agisse apparemment du meilleur indice permettant de prévoir la gêne provoquée par le bruit, le niveau sonore équivalent sous-estime en général l'importance des pointes sonores élevées. Par conséquent il vaut mieux être plus exigeant lorsque l'on conçoit l'insonorisation des pièces exposées à des bruits très forts et intermittents comme c'est le cas à proximité des routes empruntées par les camions et des couloirs aériens des aéroports.

En Amérique du nord la valeur la plus couramment utilisée pour définir le niveau d'insonorisation des éléments d'un bâtiment (murs, fenêtres) est l'indice de transmission du son (STC). Une façon d'obtenir le niveau d'insonorisation voulu consiste à spécifier une même valeur STC pour tous les éléments, égale à la différence de niveau sonore recherchée entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment. Mais en agissant ainsi on ne tient pas compte de certains facteurs importants. Ces facteurs seront étudiés en détail dans les pages suivantes consacrées à la présentation d'une méthode de calcul en cinq étapes pour les valeurs STC des éléments de l'enveloppe des bâtiments.

## INSONORISATION RECHERCHÉE

Le niveau d'insonorisation (NR) est simplement la différence entre le niveau sonore à l'extérieur et le niveau sonore souhaité à l'intérieur. Comme on l'a déjà vu, il s'agit des niveaux sonores équivalents pondérés A (en dB(A)).

## NIVEAU SONORE EXTÉRIEUR - NIVEAU SONORE INTÉRIEUR = NIVEAU D'INSONORISATION

À cause de la nature ondulatoire des sons, les niveaux sonores près d'une surface extérieure (ou à l'intérieur d'une pièce) varient considérablement. Il est donc nécessaire de préciser le sens des expressions "niveau sonore extérieur" et "niveau sonore intérieur".

### Niveau sonore extérieur

Le niveau sonore extérieur est le niveau sonore mesuré à proximité de la surface extérieure du bâtiment. Il s'agit de l'énergie du son provenant directement des sources de bruit et de l'énergie sonore réfléchiée par le bâtiment. Dans les cas typiques, il faut prendre en compte les facteurs suivants :

- (a) Dans le cas d'un bâtiment existant, le niveau sonore équivalent peut être mesuré à proximité de la surface extérieure (à 2 m de la façade selon les normes en vigueur). Ces mesures doivent être faites par un spécialiste.
- (b) Pour les bruit de circulations routière et ferroviaire, il existe des méthodes simples permettant de déterminer les niveaux équivalents pondérés A (moyenne à long terme de préférence) à proximité des bâtiments. La méthode de la publication de la SCHL intitulée "Le bruit du trafic routier et ferroviaire : Ses effets sur l'habitation"<sup>2</sup> est parmi les plus simples et les plus précises. Les calculs permettent de déterminer le niveau sonore sans tenir compte de l'énergie sonore réfléchiée par la façade du bâtiment. Avec cette méthode de calcul, il faut ajouter 3 décibels au niveau sonore extérieur pour tenir compte des effets de la réflexion du son sur le bâtiment.
- (c) Pour les bruits des avions, il existe des cartes représentant l'exposition au bruit prévue (NEF) dans les régions entourant la plupart des aéroports canadiens. Le niveau sonore extérieur équivalent pondéré A pour cette méthode de calcul (y compris une correction de 3 dB pour l'effet de réflexion) est égal à environ  $34 + \text{NEF}$ .
- (d) Si des mesures (avant la construction) sont relevées sur place, le concepteur doit tenir compte du fait que le niveau sonore à une hauteur de plusieurs étages est nettement plus élevé qu'à proximité du sol à cause des effets absorbants du sol et des obstacles. Les niveaux sonores mesurés peuvent être corrigés par des calculs (référence 2) qui permettent de prévoir le bruit résultant en divers emplacements. Comme dans le cas (b) ci-dessus, il faut ajouter 3 décibels aux mesures ou aux calculs pour tenir compte des effets de la réflexion sur le bâtiment.

Une pièce a souvent des murs extérieurs exposés à des bruits très différents. Cette méthode de calcul tient compte de ces circonstances comme l'illustre le quatrième exemple.

### Niveau sonore intérieur

Le niveau sonore intérieur maximum acceptable dépend de l'utilisation de la pièce; différents critères ont été proposés par les autorités canadiennes. Des limites semblables existent pour la plupart des bruits

environnementaux. Le domaine des valeurs proposées pour les niveaux maximum acceptables à l'intérieur sont donnés au tableau 1 en fonction de l'usage des bâtiments (résidentiels et commerciaux). Pour la satisfaction des habitants, l'utilisation de la valeur la plus basse est recommandée pour chaque catégorie.

Tableau 1 Niveau sonore intérieur acceptable proposé par diverses autorités. Ces valeurs représentent les niveaux sonores moyens à long terme (équivalent)

Utilisation de la pièce	Niveau sonore maximum à l'intérieur (dB(A))
Chambre d'hôpital ou immeuble résidentiel	30 à 40
Salon ou salle à manger (logement)	35 à 45
Cuisine et salle de bain (logement)	40 à 45
Salle de conférence	35 à 45
Bureau privé	40 à 45
Aires de bureaux sans cloisons, magasins de détail	45 à 50

L'augmentation du niveau sonore à proximité d'une fenêtre ouverte est un phénomène bien connu, mais même avec des fenêtres fermées le niveau sonore varie notablement à l'intérieur d'une même pièce. Normalement, le niveau sonore moyen dans la pièce est considéré comme le "niveau sonore intérieur". Comme les niveaux sonores sont en général plus élevés à proximité des surfaces extérieures, il est plus prudent de considérer une seule aire de travail située à proximité du mur extérieur pour les pièces de grandes dimensions comme les bureaux non cloisonnés de l'exemple 3.

#### CORRECTION POUR TENIR COMPTE DE LA GÉOMÉTRIE DE LA SOURCE

Les valeurs STC sont calculées à partir des mesures en laboratoire de la transmission du son par une cloison séparant deux pièces dont les surfaces sont recouvertes d'un revêtement dur. Dans ces essais, les ondes sonores qui frappent la cloison proviennent de différents angles, ce que l'on décrit techniquement par l'expression "angle d'incidence aléatoire". Parfois les ondes sonores arrivent sur la façade d'un bâtiment selon un angle approximativement constant. La relation qui existe entre l'insonorisation et l'angle que forme l'onde sonore avec la surface est relativement compliquée, mais en général l'insonorisation est moindre lorsque les ondes sonores arrivent quasi parallèlement à la surface. Si un mur est perpendiculaire à une voie à grande circulation ou directement dans l'axe d'un corridor aérien, l'isolation acoustique que procure la façade peut être nettement réduite.

Les exemples à la fin de ce texte indiquent comment utiliser le tableau 2 pour faire les corrections appropriées afin de tenir compte de cet effet. Par convention, l'angle est mesuré par rapport à la perpendiculaire au milieu de la surface; ainsi les sons arrivant directement en face de la surface ont une incidence de 0 degré tandis que ceux arrivant parallèlement à la surface ont une incidence de 90 degrés.

Tableau 2 Correction pour tenir compte de la géométrie de la source (à ajouter au niveau d'insonorisation recherché pour obtenir la valeur STC requise). La gamme d'angles décrivant le mieux la source de bruit dominante devrait être retenue.

Angles sous lesquels le son atteint la paroi (0 = perpendiculaire à la surface)	Correction
60 à 90 degrés	3
40 à 90 degrés	2
30 à 90 degrés	1
0 à 90 degrés	0

### CORRECTION POUR TENIR COMPTE DES ÉLÉMENTS MULTIPLES

Dans la plupart des cas, plusieurs éléments (murs, fenêtres, portes ou toit) contribuent à l'insonorisation d'une pièce. Une première approche simple consiste à exiger la même valeur STC pour tous ces éléments. Cette méthode ne permet pas de tenir compte du fait que les toits et les murs ont des valeurs STC plus élevées que les fenêtres et les portes.

Normalement, le concepteur est surtout intéressé par le niveau sonore moyen à l'intérieur de la pièce sans tenir compte de l'endroit par lequel le son pénètre. Ainsi les éléments peuvent avoir des valeurs STC différentes et seule la performance de tous les éléments considérés ensemble doit être fixée pour obtenir le niveau d'insonorisation recherché.

Pour chaque élément, la valeur STC indique quelle est la fraction de l'énergie sonore transmise par lui qui atteint sa surface. L'énergie sonore passant dans l'élément dépend à la fois de sa valeur STC et de sa surface : plus la surface est importante, plus il y a d'énergie sonore transmise. L'insonorisation globale dépend de l'énergie totale transmise par tous les éléments. Comme on peut le voir dans les exemples, il est utile de considérer d'abord la répartition de l'énergie sonore transmise entre les divers éléments puis le niveau d'insonorisation obtenu pour chaque élément (voir les sections subséquentes).

Pour commencer le calcul, on peut répartir également l'énergie sonore transmise entre les éléments. Ceci permet d'obtenir des valeurs STC plus basses pour les fenêtres et les portes, car leur surface est généralement petite par rapport à la surface de la façade (voir la section suivante sur l'effet de la surface des éléments). Dans certains cas il est souhaitable de ne pas utiliser cette méthode. Par exemple, si un mur ayant de bonnes caractéristiques a été choisi pour des raisons non acoustiques, l'énergie sonore transmise par les autres éléments peut être augmentée.

La correction nécessaire à apporter au niveau d'insonorisation est  $-10 \log(P/100)$ , où P = pourcentage de l'énergie sonore totale qui pénètre dans la pièce après avoir traversé l'élément. Le tableau 3 indique les corrections à apporter. L'utilisation de ce tableau pour répartir la transmission d'énergie sonore entre les éléments est illustrée dans les exemples.

Tableau 3 Correction pour tenir compte des différences de transmission du son selon les éléments (à ajouter au niveau d'insonorisation recherché pour obtenir la valeur STC requise). On doit utiliser le pourcentage le plus proche des valeurs indiquées dans le tableau. Les pourcentages de l'énergie totale supérieure à 100 % sont inclus pour des raisons mathématiques afin de pouvoir effectuer des calculs de vérification comme à l'exemple 2 et au feuillet n° 2.

Pourcentage de l'énergie sonore totale transmise par l'élément	Correction
200	-3
160	-2
125	-1
100	0
80	1
63	2
50	3
40	4
31	5
25	6
20	7
16	8
12	9
10	10
8	11
6	12
5	13

#### CORRECTION POUR TENIR COMPTE DE L'AIR DES ÉLÉMENTS ET DE L'ABSORPTION ACOUSTIQUE DE LA PIÈCE

Comme on l'a mentionné ci-dessus, la transmission de l'énergie sonore à travers un élément dépend de sa valeur STC et de sa surface. La quantité d'énergie sonore qui passe à travers l'élément augmente avec la grandeur de la surface. L'insonorisation que procure la façade extérieure dépend du rapport du flux d'énergie sonore pénétrant dans la pièce à l'absorption acoustique que procure le contenu de la pièce (tapis, rideaux, meubles rembourrés, etc.). Pour des pièces typiques, l'absorption acoustique totale due aux meubles et aux rideaux s'accroît avec la surface de plancher. Ainsi si l'on considère la transmission du son à travers un seul élément comme une fenêtre, l'insonorisation varie proportionnellement au rapport de la surface de la fenêtre à la surface de plancher de la pièce. L'insonorisation peut être augmentée par la réduction des dimensions de la fenêtre ou par l'augmentation des dimensions de la pièce.

Pour des pièces contenant peu de meubles ou de rideaux, l'absorption acoustique varie légèrement avec la fréquence. L'effet de l'absorption acoustique de la pièce peut être déterminé avec assez de précision si on connaît l'aire de plancher et la catégorie d'absorption des meubles et des rideaux ("faible", "moyenne", ou "forte"). Une chambre à coucher avec un tapis épais, des rideaux, et des meubles rembourrés a une forte absorption,

tout comme un bureau sans cloison avec un plafond acoustique suspendu et des écrans séparatifs. Une cuisine ou une salle de bain a en général une faible absorption. Les salles à manger ou les salles de séjour contenant un minimum de tapis ont une absorption moyenne.

Les corrections à apporter à l'insonorisation pour tenir compte de l'effet d'absorption de la pièce et de l'aire des éléments peuvent être calculés à partir de l'expression  $10 \log(S/aF)$ , où S = aire d'un élément et F = aire de plancher de la pièce. La valeur "a" est de 0,5, 0,8, ou 1,25 pour les pièces à absorption faible, moyenne et forte, respectivement. Pour faciliter ces corrections (comme dans les exemples qui suivent), on trouvera au tableau 4 les diverses séries de valeurs en fonction des aires de plancher et des éléments.

Tableau 4 Correction pour tenir compte de l'aire des éléments et de l'absorption acoustique de la pièce (à ajouter au degré d'insonorisation recherché pour obtenir la STC requise). Les éléments multiples comme les fenêtres identiques peuvent être considérés comme un seul élément en considérant l'aire totale dans les calculs.

Aire de l'élément (% de l'aire de plancher de la pièce)	Absorption acoustique de la pièce		
	faible	moyenne	forte
200	6	4	2
160	5	3	1
125	4	2	0
100	3	1	-1
80	2	0	-2
63	1	-1	-3
50	0	-2	-4
40	-1	-3	-5
31	-2	-4	-6
25	-3	-5	-7
20	-4	-6	-8
16	-5	-7	-9
13	-6	-8	-10
10	-7	-9	-11
8	-8	-10	-12
6	-9	-11	-13
5	-10	-12	-14

#### CORRECTION POUR TENIR COMPTE DU SPECTRE DE LA SOURCE

À l'origine les valeurs STC ont été utilisées pour définir la réduction de la transmission du son par voie aérienne (à travers les planchers et les cloisons) venant de sources comme la voix humaine, dont l'énergie sonore dominante se trouve dans les fréquences moyennes et hautes. La valeur STC ne permet pas de prédire l'isolation acoustique pour les sources de bruit émettant des basses fréquences. À cause de cet effet, la norme qui définit la valeur STC recommande de ne pas l'utiliser pour les murs extérieurs des bâtiments.

Le niveau sonore pondéré A correspond à l'audition humaine qui est approximative et a une sensibilité réduite aux très basses fréquences et aux très hautes fréquences. En passant de l'extérieur à l'intérieur, le son est modifié car l'insonorisation par les éléments du bâtiment est en général plus faible aux basses fréquences. Ainsi, le bruit de sifflement de très haute fréquence perçu à l'extérieur lors du passage d'un avion peut être inaudible à l'intérieur, même si les basses fréquences ne sont que très faiblement réduites. En général, plus il y a des basses fréquences dans un bruit extérieur, moins la réduction du niveau sonore pondéré A transmis par une façade est élevée. La différence exacte dépend de la fréquence du son extérieur et de sa transmission par la façade.

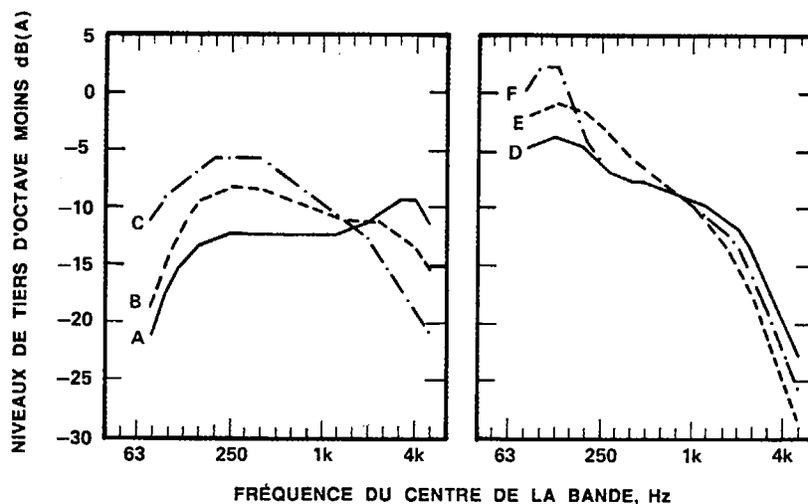
En identifiant les diverses catégories de sources de bruits extérieurs et les éléments du bâtiment, l'effet du spectre de la source sur l'isolation acoustique corrigée peut être déterminé. Les catégories d'élément de bâtiment dépendent essentiellement des fuites d'air et de l'isolation vis-à-vis des vibrations entre les diverses surfaces de l'élément. La transmission du son par les interstices dépend très peu de la fréquence. Ainsi les fenêtres ouvrantes ne montrent qu'un faible accroissement de l'isolation acoustique lorsque la fréquence augmente par rapport aux fenêtres fixes. D'un autre côté, un vitrage double dépend davantage de la fréquence qu'un vitrage simple à cause de l'effet des vibrations de l'air situé entre les deux vitres.

Les exemples qui suivent montrent comment utiliser les corrections données au tableau 5. Ces corrections ont été calculées pour les six spectres de source différents de la figure 1, qui correspondent à des bruits typiques de circulation. Pour les bruits industriels, ou les autres bruits qui ne sont pas mentionnés, il faut retenir le spectre le plus voisin. Les éléments des bâtiments sont classés par catégories. Les fréquences typiques correspondent à des bruits de circulation particuliers et nécessitent quelques approximations. Les corrections données au tableau 5 sont des valeurs moyennes pour chaque catégorie. La variation à l'intérieur de chaque catégorie est généralement comparable aux différences entre les catégories, mais les erreurs concernant l'emploi de ces valeurs moyennes sont mineures par rapport aux effets systématiques en cause et quasi insignifiantes pour la perception humaine du niveau sonore.

Tableau 5 Correction en fonction de la fréquence du bruit extérieur et de la transmission acoustique de l'élément (à ajouter au niveau d'insonorisation recherché pour obtenir la valeur STC requise). Les catégories de spectre des sources sont identifiées à la figure 1; pour les bruits industriels ou d'autres sources non mentionnées il faut employer le spectre le plus voisin.

Élément du bâtiment	Spectre de la source du bruit (voir figure 1)					
	A	B	C	D	E	F
(a) Porte intérieure simple	-1	0	0	1	1	1
(b) Porte extérieure double, ou fenêtre à simple vitrage ou fenêtre mince ouvrante	0	1	2	2	3	3
(c) Fenêtre mince fixe, ou fenêtre épaisse ouvrante	0	1	3	4	6	6
(d) Fenêtre épaisse fixe, ou mur extérieur ou plafond/ toit	0	2	5	7	9	10

\*Les catégories des éléments de bâtiment dépendent de la fréquence typique de transmission du son. Une contre-porte avec un bon coupe-bise peut être assimilée à une double porte (catégorie b). Une fenêtre dite "mince" peut avoir un vitrage double ou triple avec une lame d'air totale entre les vitres ne dépassant pas 25 mm. Ces fenêtres devraient être classées dans les catégories b et c pour les fenêtres ouvrantes ou fixes respectivement. Une fenêtre dite "épaisse" doit avoir une lame d'air totale entre les vitres supérieur à 25 mm. Si la lame d'air n'est pas uniforme (comme c'est le cas pour les fenêtres à guillotine avec contre-fenêtre), l'épaisseur moyenne devrait être utilisé pour distinguer les fenêtres "épaisses" et "minces".



- A - BRUITS D'ATERRISSAGE DE GROS AÉRONEFS
- B - BRUITS D'AÉRONEFS MOYENS ET DE ROUES DE TRAINS
- C - BRUITS DE ROUES DE TRAINS AMOINDRIS PAR BARRIÈRE
- D - BRUITS DE CIRCULATION ROUTIÈRE, D'AÉRONEFS ÉLOIGNÉS
- E - BRUITS DE CIRCULATION ROUTIÈRE AMOINDRIS PAR BARRIÈRE
- F - BRUITS DE LOCOMOTIVES DIÉSELS

Figure 1. Spectres représentatifs des sources de bruit courantes

EXEMPLE 1 : Calculer la valeur STC des éléments en utilisant le feuillet n° 1.

Un niveau sonore intérieur de 35 dB(A) est requis dans une chambre à coucher d'un appartement donnant sur une route à grande circulation. Le niveau sonore prévu à cet endroit est de 69 dB(A) en tenant compte de la réflexion du son sur le bâtiment. Le niveau sonore extérieur est de 72 dB(A). Le plancher de la chambre mesure 5 x 4 m et est recouvert de tapis. Le mur extérieur mesure 10,5 m<sup>2</sup> plus une fenêtre de 1 x 1,5 m. Trouver la valeur STC requise pour le mur et la fenêtre.

1. Niveau sonore extérieur 72 dB(A)  
 Niveau sonore intérieur 35 dB(A)  
 Soustraire pour obtenir le niveau d'insonorisation 37 dB
2. Le son arrive sous un angle de 0 à 90°  
 Correction du tableau 2 0 dB  
 Somme 37 dB

Élément : <u>MUR</u>		Après l'étape 2 <u>37</u> dB
3. Transmet <u>50</u> % de l'énergie sonore totale		du tableau 3 <u>3</u> dB
4. Aire de l'élément <u>10.5</u> } <u>52.5</u> % de l'aire de plancher		
Aire du plancher de la pièce <u>20</u>		
Catégorie d'absorption de la pièce <u>forte</u>		du tableau 4 <u>-4</u> dB
5. Type de spectre du bruit <u>D</u> (de figure 1)		
Catégorie de l'élément <u>d</u> (voir tableau 5)		du tableau 5 <u>7</u> dB
		Valeur STC requise <u>43</u>

Élément : <u>FENÊTRE</u>		Après l'étape 2 <u>37</u> dB
3. Transmet <u>50</u> % de l'énergie sonore totale		du tableau 3 <u>3</u> dB
4. Aire de l'élément <u>1.5</u> } <u>7.5</u> % de l'aire de plancher		
Aire du plancher de la pièce <u>20</u>		
Catégorie d'absorption de la pièce <u>forte</u>		du tableau 4 <u>-12</u> dB
5. Type de spectre du bruit <u>D</u> (de figure 1)		
Catégorie de l'élément <u>c</u> (voir tableau 5)		du tableau 5 <u>4</u> dB
		Valeur STC requise <u>32</u>

Si un mur revêtu de brique a une valeur  $STC = 56$  et qu'il a été retenu pour des raisons d'esthétique, le calcul peut en tenir compte. Il faut utiliser le feuillet 1(b). Puisqu'on se sert des valeurs  $STC$  pour obtenir le niveau d'insonorisation, les corrections doivent être soustraites aux étapes 3 et 4.

Élément : <b>MUR de BRIQUE</b>		$STC$ <u>56</u>
3. Type de spectre du bruit <u>D</u> (de figure 1)	] du tableau 5 <u>7</u> dB	Correction <u>-7</u> dB
Catégorie de l'élément <u>d</u> (voir tableau 5)		
4. Aire de l'élément <u>10.5</u> ] <u>52.5</u> % de l'aire de plancher	] du tableau 4 <u>-4</u> dB	Correction <u>+4</u> dB
Aire du plancher de la pièce <u>20</u> Catégorie d'absorption de la pièce <u>forte</u>		
5. Niveau d'insonorisation si cet élément seulement transmet l'énergie sonore		<u>53</u> dB
6. Niveau d'insonorisation requis (après l'étape 2)		<u>37</u> dB
7. Pour obtenir la correction appropriée du tableau 3, soustraire		<u>16</u>
Cas correspondant au tableau 3 <u>5</u> % de l'énergie sonore transmise totale.		

Les valeurs des corrections des tableaux 4 et 5 pour le mur sont inchangées. Une valeur  $STC$  plus élevée réduit simplement le pourcentage de l'énergie sonore totale transmise qui traverse le mur. Dans le cas présent la correction tombe en dehors du tableau 3. On doit donc utiliser la dernière valeur indiquée, soit 5 %. Si seulement 5 % de l'énergie sonore est transmise par le mur, le calcul pour la fenêtre peut être modifié de la façon suivante :

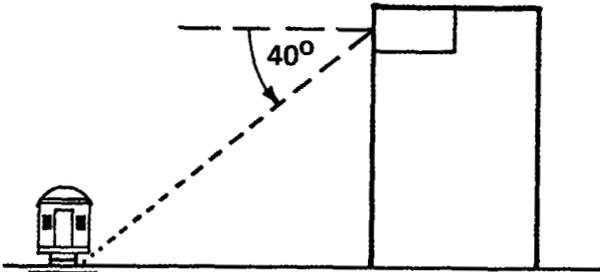
Élément : <b>FENÊTRE</b>		Après l'étape 2 <u>37</u> dB
3. Transmet <u>95</u> % de l'énergie sonore totale	] du tableau 3 <u>0</u> dB	du tableau 4 <u>-12</u> dB
4. Aire de l'élément <u>1.5</u> ] <u>7.5</u> % de l'aire de plancher		
Aire du plancher de la pièce <u>20</u> Catégorie d'absorption de la pièce <u>forte</u>		du tableau 5 <u>4</u> dB
5. Type de spectre du bruit <u>D</u> (de figure 1)		Valeur $STC$ requise <u>29</u>
Catégorie de l'élément <u>c</u> (voir tableau 5)		

En remplaçant 3 par 0 dans la correction du tableau 3 pour la fenêtre, on obtient une réduction de la valeur  $STC$  de 32 à 29.

EXEMPLE 2 : Calcul du niveau d'insonorisation qu'offre une façade composée d'éléments ayant des valeurs STC spécifiées. Exemple d'utilisation du feuillet n° 2.

Calculer l'insonorisation d'une pièce dont l'absorption est moyenne et dont l'aire de plancher est de  $12 \text{ m}^2$ , à proximité d'une voie ferrée électrifiée. La surface extérieure comprend trois éléments :

Mur (STC = 40, aire =  $10 \text{ m}^2$ )  
 Fenêtre (STC = 26, aire =  $4 \text{ m}^2$ , "mince", double vitrage)  
 Porte (STC = 22, aire =  $2,5 \text{ m}^2$ , pas de contre-porte).



On suppose que cette pièce se trouve dans un bâtiment de grande hauteur à proximité de la voie ferrée et que le son arrive avec un angle incident compris entre 40 et 90 degrés.

Lorsqu'on utilise le feuillet n° 2, les valeurs des tableaux doivent être soustraites aux étapes 1, 2 et 5, car on se sert des valeurs STC pour obtenir le niveau d'insonorisation. À l'étape 4, puisqu'on utilise le tableau 3 pour tenir compte des contributions de l'énergie sonore, la valeur du tableau est utilisée directement.

Élément : <b>MUR</b>		STC <u>40</u>
1. Type de spectre du bruit <u>B</u> (de figure 1)	} du tableau 5 <u>2</u> dB	Correction <u>-2</u> dB
Catégorie de l'élément <u>d</u> (voir tableau 5)		
2. Aire de l'élément <u>10</u>	} du tableau 4 <u>0</u> dB	Correction <u>0</u> dB
Aire du plancher de la pièce <u>12</u> } <u>83</u> % de l'aire de plancher		
Catégorie d'absorption de la pièce <u>moyenne</u>		
3. Niveau d'insonorisation si cet élément seulement transmet l'énergie sonore		<u>38</u> dB

Élément : <b>FENÊTRE</b>		STC <u>26</u>
1. Type de spectre du bruit <u>B</u> (de figure 1)	} du tableau 5 <u>1</u> dB	Correction <u>-1</u> dB
Catégorie de l'élément <u>b</u> (voir tableau 5)		
2. Aire de l'élément <u>4</u>	} du tableau 4 <u>-4</u> dB	Correction <u>+4</u> dB
Aire du plancher de la pièce <u>12</u> } <u>33</u> % de l'aire de plancher		
Catégorie d'absorption de la pièce <u>moyenne</u>		
3. Niveau d'insonorisation si cet élément seulement transmet l'énergie sonore		<u>29</u> dB

EXEMPLE 2 (suite)

Élément : <b>PORTE</b>		STC <u>22</u>
1. Type de spectre du bruit <u>B</u> (de figure 1)	] du tableau 5 <u>0</u> dB	Correction <u>0</u> dB
Catégorie de l'élément <u>a</u> (voir tableau 5)		
2. Aire de l'élément <u>2.5</u> ] <u>21</u> % de l'aire de plancher	] du tableau 4 <u>-6</u> dB	Correction <u>+6</u> dB
Aire du plancher de la pièce <u>12</u>		
Catégorie d'absorption de la pièce _____		
3. Niveau d'insonorisation si cet élément seulement transmet l'énergie sonore		<u>28</u> dB

4. Pour calculer l'effet combiné de l'énergie sonore transmise par tous les éléments, il faut utiliser la plus basse valeur du niveau d'insonorisation des éléments (de l'étape 3 ci-dessus pour chaque élément) comme première hypothèse NR estimé \_\_\_\_\_ dB

Élément	Niveau d'insonorisation de l'élément moins NR estimé	Partie du son estimé transmise par l'élément
<u>MUR</u>	<u>38 - 28 = 10</u> dB	du tableau 3 <u>10</u> %
<u>FENÊTRE</u>	<u>29 - 28 = 1</u> dB	du tableau 3 <u>80</u> %
<u>PORTE</u>	<u>28 - 28 = 0</u> dB	du tableau 3 <u>100</u> %
	_____ dB	du tableau 3 _____ %

Transmission du son combinée (par rapport à l'estimé) 190 %

Correction correspondante du tableau 3 -3 dB

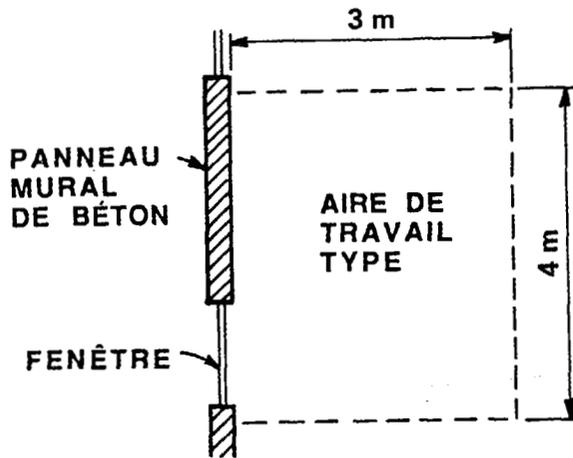
5. Le son arrive sous un angle de 40 à 90° (du tableau 2 2 dB) Correction -2 dB

6. Niveau d'insonorisation dû à tous les éléments 23 dB

Pour améliorer nettement le niveau d'insonorisation de cette façade, il faudrait remplacer la porte et la fenêtre.

EXEMPLE 3 : Calcul du niveau d'insonorisation des grandes pièces.

Dans une pièce, le niveau sonore à proximité d'un mur extérieur est toujours plus élevé que le niveau sonore moyen. Cette différence de niveau sonore est plus importante pour les grandes pièces très absorbantes comme les bureaux sans cloison. L'enveloppe du bâtiment doit alors être conçue avec le niveau d'isolation acoustique approprié pour que les aires de travail situées contre les murs extérieurs ne soient pas trop bruyantes.



Le mur de la pièce donnant sur l'extérieur comporte des fenêtres (largeur 1 m × hauteur 2,5 m) alternant avec des panneaux muraux (largeur 3 m × 2,5 m) sur la figure de gauche. La pièce doit servir d'aire de travail et comporte un plafond acoustique suspendu et un grand nombre de cloisons partielles. Chaque espace de travail a une aire de plancher de 12 m<sup>2</sup> et la surface adjacente comprend : une fenêtre de 2,5 m<sup>2</sup> avec une valeur STC = 32; un double vitrage avec un espace intermédiaire de 12 mm. Les fenêtres ne s'ouvrent pas. L'aire totale du mur = 7,5 m<sup>2</sup> avec STC = 53.

Si le niveau sonore de la circulation mesuré à l'extérieur (à proximité du mur) est de 74 dB(A), calculer le niveau sonore dans un bureau situé à proximité de ce mur extérieur.

Cet exemple montre comment se servir du feuillet n° 2. Lorsqu'on utilise ce feuillet, les valeurs des tableaux doivent être soustraites aux étapes 1, 2 et 5 car on se sert des valeurs STC pour obtenir le niveau d'insonorisation (c. à d. le contraire du feuillet n° 7). À l'étape 4, lorsqu'on utilise le tableau 3 pour trouver l'énergie sonore transmise par tous les éléments, la valeur du tableau doit être utilisée directement.

Élément : <u>MUR</u>		STC <u>53</u>
1. Type de spectre du bruit <u>D</u> (de figure 1)	} du tableau 5 <u>7</u> dB	Correction <u>-7</u> dB
Catégorie de l'élément <u>d</u> (voir tableau 5)		
2. Aire de l'élément <u>7,5</u> } <u>63</u> % de l'aire de plancher	} du tableau 4 <u>-3</u> dB	Correction <u>+3</u> dB
Aire du plancher de la pièce <u>12</u>		
Catégorie d'absorption de la pièce <u>forte</u>		
3. Niveau d'insonorisation si cet élément seulement transmet l'énergie sonore		<u>49</u> dB

## EXEMPLE 3 (suite)

Élément : FENÊTRESTC 32

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| 1. Type de spectre du bruit <u>D</u> (de figure 1)                            | } du tableau 5 <u>4</u> dB  |
| Catégorie de l'élément <u>C</u> (voir tableau 5)                              |                             |
| 2. Aire de l'élément <u>2.5</u> } <u>21</u> % de l'aire de plancher           | } du tableau 4 <u>-8</u> dB |
| Aire du plancher de la pièce <u>12</u>  |                             |
| Catégorie d'absorption de la pièce <u>forte</u>                               | Correction <u>36</u> dB     |
| 3. Niveau d'insonorisation si cet élément seulement transmet l'énergie sonore |                             |

4. Pour calculer l'effet combiné de l'énergie sonore transmise par tous les éléments, il faut utiliser la plus basse valeur du niveau d'insonorisation des éléments (de l'étape 3 ci-dessus pour chaque élément) comme première hypothèse

NR estimé 36 dB

Élément	Niveau d'insonorisation de l'élément moins NR estimé	Partie du son estimé transmise par l'élément
<u>MUR</u>	<u>49 - 36 = 13</u> dB	du tableau 3 <u>5</u> %
<u>FENÊTRE</u>	<u>36 - 36 = 0</u> dB	du tableau 3 <u>100</u> %
	dB	du tableau 3 <u>0</u> %
	dB	du tableau 3 <u>0</u> %

Transmission du son combinée (par rapport à l'estimé) 105 %Correction correspondante du tableau 3 0 dB

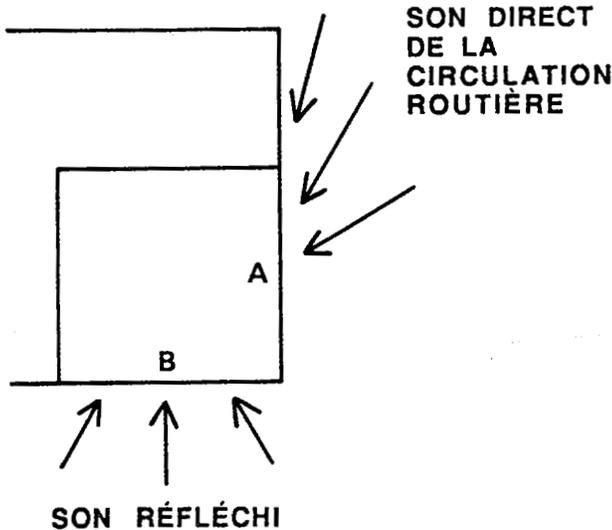
5. Le son arrive sous un angle de 0 à 90° (du tableau 2 0 dB) Correction 0 dB
6. Niveau d'insonorisation dû à tous les éléments 36 dB

Pour un niveau sonore extérieur de 74 dB(A), l'insonorisation produira un bruit intérieur dû à la circulation de  $74 - 36 = 38$  dB(A), ce qui est en général acceptable pour des bureaux. Dans cet exemple, la plus grande partie de l'énergie sonore est transmise par la fenêtre. Ce cas est très fréquent. Le niveau sonore intérieur de 38 dB(A) n'est qu'une valeur moyenne. Il est probablement plus élevé à proximité des fenêtres et il faut en tenir compte pour l'aménagement des bureaux.

Pour les bureaux entièrement cloisonnés, la même méthode peut être employée (sauf que la pièce doit être considérée comme ayant une absorption moyenne ou faible selon le type de plafond, de meubles, etc.).

Enfin, un nouveau sonore intérieur de cet ordre de grandeur peut être gênant s'il y a des pointes de bruit ou d'autres caractéristiques qui attirent l'attention.

EXEMPLE 4 : Calculer la valeur STC des éléments d'une pièce dont les surfaces extérieures sont exposées à des niveaux sonores différents.



Très souvent un bâtiment a une ou plusieurs façades extérieures qui ne sont pas directement exposées à la source de bruit. Dans le cas de la pièce schématisée ici, la surface A est exposée à un niveau sonore extérieur de 77 dB(A) provenant de la circulation routière, mais la surface B est exposée à un niveau sonore extérieur de seulement 65 dB(A) (à cause du son réfléchi sur les bâtiments d'en face). La pièce a une absorption moyenne et son aire de plancher est de 25 m<sup>2</sup>. Les éléments de l'enveloppe de la pièce ont les caractéristiques suivantes:

Surface A  
mur (aire = 12 m<sup>2</sup>)

Surface B  
mur (aire = 10 m<sup>2</sup>)  
fenêtre (aire = 3 m<sup>2</sup>, ouvrante à double vitrage avec espace intermédiaire de 13 mm).

Ce calcul s'exécute à l'aide du feuillet n° 1, comme dans l'exemple 1, mais la valeur de l'insonorisation corrigée (après l'étape 2) pour chaque élément doit correspondre à la surface appropriée.

Pour la surface A

- |                                   |                 |   |
|-----------------------------------|-----------------|---|
| 1. Niveau sonore extérieur        | <u>77</u> dB(A) |   |
| Niveau sonore intérieur           | <u>35</u> dB(A) |   |
|                                   |                 | Soustraire pour obtenir le niveau d'insonorisation <u>42</u> dB |
| 2. Le son arrive sous un angle de | <u>0 à 90°</u>  | Correction du tableau 2 <u>0</u> dB                             |
|                                   |                 | Somme <u>42</u> dB  |

Pour la surface B

- |                                   |                 |   |
|-----------------------------------|-----------------|---|
| 1. Niveau sonore extérieur        | <u>65</u> dB(A) |   |
| Niveau sonore intérieur           | <u>35</u> dB(A) |   |
|                                   |                 | Soustraire pour obtenir le niveau d'insonorisation <u>30</u> dB |
| 2. Le son arrive sous un angle de | <u>0 à 90°</u>  | Correction du tableau 2 <u>0</u> dB                             |
|                                   |                 | Somme <u>30</u> dB  |

## EXEMPLE 4 (suite)

Au début, supposer que le son transmis est réparti également entre les trois éléments, c'est-à-dire à raison de 33 % chacun.

Élément : MUR (Surface A)		Après l'étape 2 <u>42</u> dB	← valeur pour la Surface A
3. Transmet <u>33</u> % de l'énergie sonore totale		du tableau 3 <u>5</u> dB	
4. Aire de l'élément <u>12</u> } <u>48</u> % de l'aire de plancher		du tableau 4 <u>-2</u> dB	
Aire du plancher de la pièce <u>25</u>			
Catégorie d'absorption de la pièce <u>moyenne</u>		du tableau 5 <u>7</u> dB	
5. Type de spectre du bruit <u>D</u> (de figure 1)			
Catégorie de l'élément <u>d</u> (voir tableau 5)		Valeur STC requise <u>52</u>	
Élément : MUR (Surface B)		Après l'étape 2 <u>30</u> dB	← valeur pour la Surface B
3. Transmet <u>33</u> % de l'énergie sonore totale		du tableau 3 <u>5</u> dB	
4. Aire de l'élément <u>9</u> } <u>36</u> % de l'aire de plancher		du tableau 4 <u>-3</u> dB	
Aire du plancher de la pièce <u>25</u>			
Catégorie d'absorption de la pièce <u>moyenne</u>		du tableau 5 <u>7</u> dB	
5. Type de spectre du bruit <u>D</u> (de figure 1)			
Catégorie de l'élément <u>d</u> (voir tableau 5)		Valeur STC requise <u>39</u>	
Élément : FENÊTRE (Surface B)		Après l'étape 2 <u>30</u> dB	←
3. Transmet <u>33</u> % de l'énergie sonore totale		du tableau 3 <u>5</u> dB	
4. Aire de l'élément <u>3</u> } <u>12</u> % de l'aire de plancher		du tableau 4 <u>-8</u> dB	
Aire du plancher de la pièce <u>25</u>			
Catégorie d'absorption de la pièce <u>moyenne</u>		du tableau 5 <u>7</u> dB	
5. Type de spectre du bruit <u>D</u> (de figure 1)			
Catégorie de l'élément <u>d</u> (voir tableau 5)		Valeur STC requise <u>29</u>	

Si on souhaite utiliser la même construction pour les murs extérieurs des deux surfaces, les exigences pourraient être ajustées en changeant la répartition de l'énergie sonore entre les éléments. La méthode est illustrée à la fin de l'exemple 1. Le calcul est plus simple lorsqu'on se sert du programme d'ordinateur de l'Annexe B.

FEUILLET 1(a) : Calcul de la valeur STC requise pour chaque élément.  
 Utiliser ce feuillet comme dans l'exemple 1. Les cas spéciaux de niveau sonore extérieur figurent à la Section 1.

1. Niveau sonore extérieur \_\_\_\_\_ dB(A)  
 Niveau sonore intérieur \_\_\_\_\_ dB(A)
2. Le son arrive sous un angle de \_\_\_\_\_
- Soustraire pour obtenir le niveau d'insonorisation \_\_\_\_\_ dB
- Correction du tableau 2 \_\_\_\_\_ dB
- Somme \_\_\_\_\_ dB

Élément :	Après l'étape 2 _____ dB
3. Transmet _____ % de l'énergie sonore totale	du tableau 3 _____ dB
4. Aire de l'élément _____ % de l'aire de plancher Aire du plancher de la pièce _____ Catégorie d'absorption de la pièce _____	} du tableau 4 _____ dB
5. Type de spectre du bruit _____ (de figure 1) Catégorie de l'élément _____ (voir tableau 5)	} du tableau 5 _____ dB
	Valeur STC requise _____

Élément :	Après l'étape 2 _____ dB
3. Transmet _____ % de l'énergie sonore totale	du tableau 3 _____ dB
4. Aire de l'élément _____ % de l'aire de plancher Aire du plancher de la pièce _____ Catégorie d'absorption de la pièce _____	} du tableau 4 _____ dB
5. Type de spectre du bruit _____ (de figure 1) Catégorie de l'élément _____ (voir tableau 5)	} du tableau 5 _____ dB
	Valeur STC requise _____

Élément :	Après l'étape 2 _____ dB
3. Transmet _____ % de l'énergie sonore totale	du tableau 3 _____ dB
4. Aire de l'élément _____ % de l'aire de plancher Aire du plancher de la pièce _____ Catégorie d'absorption de la pièce _____	} du tableau 4 _____ dB
5. Type de spectre du bruit _____ (de figure 1) Catégorie de l'élément _____ (voir tableau 5)	} du tableau 5 _____ dB
	Valeur STC requise _____

FEUILLET 1(b) : Calcul du pourcentage d'énergie sonore totale transmise par un élément dont on connaît la valeur STC. Comme il s'agit d'un calcul qui à partir de la valeur STC permet d'obtenir le niveau d'insonorisation, les corrections doivent être soustraites aux étapes 3 et 4.

Élément :	STC _____
3. Type de spectre du bruit _____ (de figure 1)	} du tableau 5 _____ dB
Catégorie de l'élément _____ (voir tableau 5)	
4. Aire de l'élément _____	} _____ % de l'aire de plancher } du tableau 4 _____ dB
Aire du plancher de la pièce _____	
Catégorie d'absorption de la pièce _____	
5. Niveau d'insonorisation si cet élément seulement transmet l'énergie sonore	_____ dB
6. Niveau d'insonorisation requis (après l'étape 2)	_____ dB
7. Pour obtenir la correction appropriée du tableau 3, soustraire	_____
Cas correspondant au tableau 3 _____ % de l'énergie sonore transmise totale.	

FEUILLET 2 : Calcul du niveau d'insonorisation que procure l'enveloppe d'un bâtiment à partir des valeurs STC des éléments et d'autres données. Les valeurs tirées des tableaux doivent être soustraites aux étapes 1, 2 et 5 car il s'agit d'un calcul de vérification permettant d'obtenir le niveau d'insonorisation à partir des valeurs STC. L'utilisation de ce feuillet est illustrée par l'exemple 2.

Élément :		STC _____
1. Type de spectre du bruit _____ (de figure 1)	} du tableau 5 _____ dB	Correction _____ dB
Catégorie de l'élément _____ (voir tableau 5)		
2. Aire de l'élément _____ } _____ % de l'aire de plancher	} du tableau 4 _____ dB	Correction _____ dB
Aire du plancher de la pièce _____ }		
Catégorie d'absorption de la pièce _____		
3. Niveau d'insonorisation si cet élément seulement transmet l'énergie sonore		_____ dB

Élément :		STC _____
1. Type de spectre du bruit _____ (de figure 1)	} du tableau 5 _____ dB	Correction _____ dB
Catégorie de l'élément _____ (voir tableau 5)		
2. Aire de l'élément _____ } _____ % de l'aire de plancher	} du tableau 4 _____ dB	Correction _____ dB
Aire du plancher de la pièce _____ }		
Catégorie d'absorption de la pièce _____		
3. Niveau d'insonorisation si cet élément seulement transmet l'énergie sonore		_____ dB

4. Pour calculer l'effet combiné de l'énergie sonore transmise par tous les éléments, il faut utiliser la plus basse valeur du niveau d'insonorisation des éléments (de l'étape 3 ci-dessus pour chaque élément) comme première hypothèse  
NR estimé \_\_\_\_\_ dB

Élément	Niveau d'insonorisation de l'élément moins NR estimé	Partie du son estimé transmise par l'élément
_____	_____ dB	du tableau 3 _____ %
_____	_____ dB	du tableau 3 _____ %
_____	_____ dB	du tableau 3 _____ %
_____	_____ dB	du tableau 3 _____ %

Transmission du son combinée (par rapport à l'estimé) \_\_\_\_\_ %

Correction correspondante du tableau 3 \_\_\_\_\_ dB

5. Le son arrive sous un angle de \_\_\_\_\_ (du tableau 2 \_\_\_\_\_ dB) Correction \_\_\_\_\_ dB

6. Niveau d'insonorisation dû à tous les éléments \_\_\_\_\_ dB

**RÉFÉRENCES**

1. Warnock, A.C.C. Introduction à l'acoustique du bâtiment. Digest de la construction au Canada n° 236F, Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches Canada, Ottawa, 1985.
2. Le bruit du trafic routier et ferroviaire : ses effets sur l'habitation. LNH 5156 81/10, Société centrale d'hypothèques et de logement, Ottawa, octobre 1981.
3. Nouveau secteurs résidentiels à proximité des aéroports. LNH 5185 81/05, Société centrale d'hypothèques et de logement, Ottawa, mai 1981.
4. Quirt, J.D. Acoustic Insulation Factor: A Rating for the Insulation of Buildings Against Outdoor Noise. Building Research Note 148, Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches Canada, Ottawa, juin 1980.
5. Northwood, T.D., Quirt, J.D., and Halliwell, R.E. Residential Planning with Respect to Road and Rail Noise. Noise Control Engineering, Vol. 13, p. 63-75, October 1979.

## ANNEXE A

## COMPARAISON AVEC LES MÉTHODES DE CALCUL DE LA SCHL

Les méthodes de calcul basées sur le facteur d'insonorisation (FI) sont utilisées par la Société centrale d'hypothèques et de logement dans ses publications "Nouveaux secteurs résidentiels à proximité des aéroports"<sup>3</sup> et "Le bruit du trafic routier et ferroviaire : ses effets sur l'habitation"<sup>2</sup>. La définition du FI et la présentation d'une méthode pour le choix d'éléments de bâtiment appropriés figurent aux références 4 et 5 et ont été reproduites dans les annexes de l'édition 1981 de ces publications. Les méthodes de calcul de la SCHL avec le FI peuvent être considérées comme des cas particuliers de la méthode donnée dans le présent document.

Avec le FI, certains détails acoustiques échappent au concepteur, en simplifiant ou en ignorant les corrections à apporter à certains facteurs physiques dont il est question dans ce document. De plus, les fournisseurs des éléments comme les fenêtres, dont les caractéristiques acoustiques sont déterminées par des essais, s'expriment en terme de classes de transmission du son (STC), doivent calculer les FI de leurs produits. Ce problème est résolu par des facteurs de conversion qui figurent dans les annexes des publications de la SCHL. Cependant l'utilisation des classes STC dans les règlements provinciaux complique la comparaison des exigences provinciales avec celles de la SCHL. En revanche, la méthode de calcul dont il est question dans cette note d'information retient les considérations acoustiques des méthodes de la SCHL, mais utilise les classes STC qui sont plus couramment acceptées.

Afin de comparer certains détails, les méthodes de calcul d'insonorisation contre les bruits d'avions ou les bruits de la circulation routière de la SCHL sont traduites ici en employant la terminologie de ce document.

**Bruit d'avion**

1. Le bruit extérieur est spécifié dans la publication LNH 5185 en termes de prévision de l'exposition au bruit (NEF). Le niveau du son extérieur équivalent pondéré A (y compris une correction de 3 dB pour les réflexions sur le bâtiment) correspond à environ 34 + NEF; le même niveau du son extérieur est utilisé pour toutes les surfaces extérieures. Les critères de niveau sonore intérieur du LNH 5185 lorsqu'ils sont exprimés en niveaux du son équivalents pondérés A valent approximativement :

31 dB(A) pour les chambres à coucher;  
 36 dB(A) pour les salons, les salles à manger, etc. ;  
 41 dB(A) pour les cuisines, les salles de bain, les corridors, etc.

2. Pour simplifier, la méthode ne tient pas compte de l'angle d'incidence du son, elle présume que le son arrive toujours selon des angles compris entre 0 et 90 degrés. Ainsi la correction implicite du tableau 2 est de 0 dB.
3. La méthode de conception de base du LNH 5185 considère que l'énergie acoustique transmise est répartie également entre les éléments.

Toutefois, une annexe présente des corrections identiques à celles du tableau 3 de cette note d'information.

4. La méthode du LNH 5185 attribue des caractéristiques d'absorption "moyennes" à toutes les pièces. En réalité, les pièces comme les cuisines et les salles de bain ont souvent une très faible absorption. Cette méthode donne donc des niveaux sonores de plusieurs décibels supérieurs aux critères nominaux de 41 dB(A). À part cette exception, les différentes aires des éléments et les différentes absorptions des pièces du LNH 5185 sont identiques à l'utilisation du tableau 4 de cette note.
5. Le FI des éléments du bâtiment des tableaux de la publication LNH 5185 ont été calculées en supposant un spectre de bruit identique au spectre B (bruit d'avion moyen) de la présente note. Ainsi la correction en fonction de la fréquence de la source de bruit et de la transmission du son par l'élément est essentiellement équivalente à celle utilisée au tableau 5, sauf qu'il n'y a pas de modification apportée pour le changement du spectre de la source aux endroits où les avions atterrissent ou sont très éloignés.

Résumé. Les méthodes de la présente note et de la publication LNH 5185 devraient donner des résultats semblables dans la plupart des cas. Les différences ne devraient pas être supérieures à celles provenant de la conversion des NEF en dB(A), sauf dans les cas où certaines surfaces extérieures sont protégées du bruit. La méthode présentée ici permet d'utiliser les classes STC reconnues et offrant une plus grande flexibilité pour traiter des cas particuliers.

#### **Bruit du trafic routier et ferroviaire**

1. Dans la publication LNH 5156, les bruits extérieurs sont calculés en terme de niveau sonore équivalent pondéré A atteignant le bâtiment. Ce niveau sonore extérieur prévu ne comprend pas les effets de la réflexion sur le bâtiment de sorte qu'il faut ajouter 3 dB en appliquant la méthode de cette note. Les niveaux sonores intérieurs du LNH 5156 (exprimés en niveaux du son équivalents pondérés A) sont:
  - 35 dB(A) pour les chambres à coucher;
  - 40 dB(A) pour les salons, les salles à manger, etc.;
  - 45 dB(A) pour les cuisines, les salles de bain, les corridors, etc.
2. Pour simplifier, la méthode ne tient pas compte de l'angle d'incidence du son. Dans les cas où les angles d'incidence varient entre des limites étroites, c.-à-d. si le récepteur se trouve plus élevé que la source, le calcul ne prend pas en compte le niveau d'insonorisation et n'utilise que la distance horizontale pour calculer le bruit parvenant à la surface extérieure du bâtiment. Cependant, l'étendue horizontale de la source de bruit est négligée. Bien qu'une comparaison avec la méthode indiquée dans cette note ne soit pas exacte, le LNH 5156 considère que le son extérieur arrive selon des angles d'incidence compris entre 0 et 90 degrés. Ainsi, la correction implicite du tableau 2 est de 0 dB.

3. La méthode du LNH 5156 répartit de façon égale entre les éléments l'énergie acoustique transmise, mais des compléments en annexe introduisent des corrections identiques à celles du tableau 3 de cette note. Les deux méthodes traitent des cas où une pièce a des surfaces extérieures exposées à des niveaux sonores différents (comme l'illustre l'exemple 4).
4. La méthode LNH 5156 attribue des caractéristiques d'absorption "moyennes" à toutes les pièces. En réalité les salles de bain et les cuisines ont souvent une très faible absorption et cette méthode donne des niveaux sonores légèrement supérieurs à la valeur nominale de 45 dB(A). À part cette exception, la variation en fonction de l'aire des éléments et de l'absorption de la pièce dans la méthode LNH 5156 est identique à celle utilisée dans le tableau 4 de cette note.
5. Le FI des éléments du bâtiment des tableaux du LNH 5185 ont été calculées en supposant un spectre de bruit identique au spectre B (bruit d'avion moyen) de cette note. Une correction supplémentaire de 2 dB est introduite dans le calcul du FI des éléments du bâtiment (tableau 6.1 du LNH 5156). Ainsi, la correction apportée en fonction de la fréquence de la source de bruit et de la transmission du son de l'élément est de 2 dB supérieur aux valeurs du tableau 5 pour le spectre de source B. Si le niveau d'insonorisation est limité par la transmission par des fenêtres ouvrantes (comme c'est généralement le cas), on obtiendra des résultats sensiblement égaux à ceux obtenus par la méthode de cette note pour les spectres C à F. La méthode du LNH 5156 a tendance à surestimer le niveau d'insonorisation des murs et des fenêtres fixes, notamment pour les bruits des locomotives.

Résumé. Les méthodes de cette note et du LNH 5185 devraient donner des résultats similaires dans la plupart des cas. La méthode présentée ici offre l'avantage d'une plus grande flexibilité pour traiter des cas particuliers et elle permet d'utiliser les classes STC reconnues.

## ANNEXE B

## PROGRAMME D'ORDINATEUR POUR LA CONCEPTION

Tous les calculs de conception peuvent être effectués à l'aide du programme d'ordinateur suivant. Il est rédigé en "Microsoft GWBASIC", (essentiellement identique au "Advanced BASIC" pour l'ordinateur individuel IBM), mais il peut être transcrit pour fonctionner sur d'autres ordinateurs individuels. Le code du programme est fortement annoté et comprend des descriptifs des variables pour faciliter la transcription en d'autres versions du BASIC. Toutes les extensions au-delà des instructions ANSI BASIC, sont semblables à celles qui existent pour la plupart des ordinateurs individuels courants.

Le programme fait appel à des menus pour les données d'entrée lorsque c'est possible, comme l'illustrent les exemples de format d'affichage (entourés de boîtes) figurant dans le listing du programme. Ces exemples montrent chaque écran tel qu'il apparaîtrait avant la réponse à la dernière question avec les valeurs implicites correspondant à l'exemple 1 (quatre premiers écrans) et à l'exemple 2 (dernier écran). Pour chaque partie du processus d'entrée de données, l'écran s'efface d'abord et chaque question (avec ses messages appropriés y compris les valeurs implicites) n'apparaît que lorsque la réponse à la question précédente a été donnée. Après la présentation du résumé des résultats, le processus d'entrée de données peut être répété avec les valeurs courantes comme valeurs implicites afin d'effectuer toutes les modifications appropriées.

```

10 ***** TRANSMISSION ACOUSTIQUE DES MURS EXTERIEURS *****
15 ' REVISION 1.20, J.D. Quirt, IRC, Conseil national de recherches, 9 mai 1987
30 OPTION BASE 1 'debut des index d'alignement de 1
40 DIM TABLE2(4),TABLE5(4,6),ABSORP(3)
50 FOR I=1 TO 4 :READ TABLE2(I) 'corrections pour les differents
55 NEXT I 'angles de la source
60 DATA 3,2,1,0
70 FOR I=1 TO 4 :FOR J=1 TO 6 :READ TABLE5(I,J)
80 NEXT J :NEXT I 'corrections pour le spectre de la source
90 DATA -1,0,0,1,1,1
100 DATA 0,1,2,2,3,3
110 DATA 0,1,3,4,6,6
120 DATA 0,2,5,7,9,10
130 FOR I=1 TO 3 :READ ABSORP(I) :NEXT I 'coefficient d'absorption
140 DATA 0.5,0.8,1.25
150 '
160 DEF FNLOG10(X)=LOG(X)/LOG(10) 'definit comme logarithme de base 10
170 '
180 DIM TYPE(8),TYPE$(9),AREA(8),CHOICE(8),ENERGY(8),STC(8),EXPOSURE(8)
190 DIM CORR4(8),CORR5(8),ANGLE(3),ANGLE$(4),OUTDOOR(3),INDOOR(8)
200 FOR I=1 TO 8 'valeurs initiales des donnees des elements
210 ENERGY(I)=0 :STC(I)=0 :NR(I)=0 :AREA(I)=0
220 CHOICE(I)=1 :EXPOSURE(I)=1 :TYPE(I)=1
230 NEXT I
240 FOR I=1 TO 3 'pour chaque exposition au bruit (surface exterieure)
250 ANGLE(I)=4 'valeur implicite des angles d'incidence
260 OUTDOOR(I)=0 'niveau sonore exterieur pour cette surface
270 NEXT I
280 FILE$=""
290 MAIN.CHOICE=1 :SPECTRUM=1 :ABSORPTYPE=1
300 COMPONENTS=1 :SURFACES=1
310 INDOOR.LEVEL=0 :FLOOR.AREA=0
320 '
330 CLS 'cette instruction efface l'ecran
340 PRINT "Transmission du son a travers les surfaces exterieures d'un batiment"
350 PRINT
360 PRINT "Ce programme calcule soit:"
370 PRINT " 1) STC des elements requise pour une reduction donnee du bruit"
380 PRINT " 2) Reduction du bruit en fonction des elements ayant une STC donnee"
390 PRINT
395 PRINT
400 PRINT "Les demandes d'introduction de donnees comprennent un message"
410 PRINT " explicatif, suivi d'une valeur implicite entre parentheses."
420 PRINT " Les reponses sont:"
430 PRINT " - pour accepter la valeur implicite, appuyer sur ENTER"
440 PRINT " - pour etablir une valeur, inscrire le numero suivi de ENTER"
450 '
460 ***** DEBUT DE LA BOUCLE PRINCIPALE
470 LOCATE 20,1: PRINT STRING$(80,45) 'imprimer une rangee de signes moins
480 LOCATE 21,1
485 PRINT "Options : 1. Trouver/changer la STC requise pour les elements"
490 LOCATE 22,10
495 PRINT " 2. Calculer la reduction du bruit en fonction des elements precis"
500 LOCATE 23,11 :PRINT "3. Charger ou conserver le fichier resultats (ou STOP)"
510 LOCATE 24,1:PRINT " Choix ";
520 VALUE=MAIN.CHOICE :GOSUB 3890 :MAIN.CHOICE=VALUE 'choisir du menu
530 ON MAIN.CHOICE GOTO 570, 1630, 2440 'branchement sur les choix du menu
540 GOTO 470 'en cas de choix interdit afficher de nouveau le menu principal
550 '
560 '
570 ***** branchement ici si MAIN.CHOICE=1 (TROUVER STC DE L'ELEMENT)
580 CLS
590 LOCATE 1,1:PRINT "DECRIRE D'ABORD LA SOURCE DE BRUIT EXTERIEUR "
600 GOSUB 2920 'pour nombre de surfaces ayant exposition differente au bruit

```

```

610 FOR SURFACE=1 TO SURFACES
620 SURFACE$="pour surface"+STR$(SURFACE)+" "
630 IF SURFACES=1 THEN SURFACE$=""
640 LOCATE 7,1:PRINT "Niveau sonore exterieur en dBA ";
650 LOCATE 6+SURFACE,32: PRINT SURFACE$;
660 VALUE=OUTDOOR(SURFACE) :GOSUB 3890 : OUTDOOR(SURFACE)=VALUE
670 GOSUB 3010 'pour ANGLE(SURFACE)
680 NEXT SURFACE
690 GOSUB 3160 ' pour SPECTRUM, l'index de colonnes du Tableau 5

```

#### DECRIRE D'ABORD LA SOURCE DE BRUIT EXTERIEUR

Le bruit est: 

1. le meme pour toutes les surfaces exterieures
2. deux niveaux differents d'exposition au bruit
3. trois niveaux differents d'exposition .....Choix [ 1 ]?

Niveau sonore exterieur en dBA [72 ]?

Le bruit arrive d'un angle entre:

1. 60 et 90 degres
2. 40 et 90 degres
3. 30 et 90 degres
4. 0 et 90 degres ... Cas le plus proche [ 4 ]?

Categorie de spectre de bruit :

1. atterrissage d'un avion a reaction
2. bruit moyen d'un avion, ou des roues d'un train
3. bruit des roues d'un train bloque par un ecran
4. circulation routiere mixte, ou avion eloigne
5. circulation routiere bloquee par un ecran
6. locomotive de train diesel.....Cas le plus proche [ 4 ]?

```
700 CLS
```

```
710 LOCATE 1,1 :PRINT "INTRODUIRE MAINTENANT LES INFORMATIONS SUR LA PIECE "
```

```
720 LOCATE 3,1 :PRINT "Niveau sonore interieur en dBA : ";
```

```
730 VALUE=INDOOR.LEVEL :GOSUB 3890 :INDOOR.LEVEL=VALUE
```

```
740 GOSUB 3280 'donne FLOOR.AREA, categorie de la piece ABSORPTYPE, COMPONENTS
```

#### INTRODUIRE MAINTENANT LES INFORMATIONS SUR LA PIECE

Niveau sonore interieur en dBA : [35 ]?

L'aire de plancher de la piece (votre choix d'unites): [ 20 ]?

Categorie d'absorption acoustique de la piece :

1. absorption faible (ex.- cuisine, salle de bain)
2. intermediaire (soit tapis soit meubles souples)
3. tres absorbant (tapis et meubles souples) .... Cas le plus proche [ 3 ]?

Les elements de la surface exterieure comprennent les murs, les fenetres, etc.

Nombre d'elements : [ 2 ]?

```

750 FOR COMP=1 TO COMPONENTS      'pour les donnees pour chaque element
760 CLS
770 LOCATE 1,1:PRINT "POUR L'ELEMENT ";COMP;
780 GOSUB 3610 'ce gosub lit TYPE(COMP) et CORR5(SPECTRUM,TYPE(COMP))
790 IF SURFACES>1 THEN LOCATE 13,1 :PRINT "Pour cet element ";
800 SURFAC=EXPOSURE(COMP) :GOSUB 3460 :EXPOSURE(COMP)=SURFAC 'quelle surface?
810 OUTDOOR.LEVEL=OUTDOOR(EXPOSURE(COMP)) 'donne l'exposition exterieure
820 CORR2=TABLE2(ANGLE(EXPOSURE(COMP))) 'du tableau pour differents angles
830 NR(COMP)=OUTDOOR.LEVEL-INDOOR.LEVEL+CORR2 'reduction de bruit requise
840 LOCATE 18,1
845 PRINT"Donner l'aire de l'element (memes unites que l'aire du plancher) ";
850 VALUE=AREA(COMP) :GOSUB 3890 :AREA(COMP)=VALUE 'lire l'aire de l'element
860 CORR4(COMP)=10*FNLOG10(AREA(COMP)/(FLOOR.AREA*ABSORP(ABSORPTYPE)))
870 'CORR4() correspond a la correction du Tableau 4 pour l'element
880 LOCATE 20,1 :PRINT "Options de calcul : "
890 LOCATE 20,22 :PRINT "1. Division implicite de l'energie sonore"
900 LOCATE 21,22 :PRINT "2. Etablir une STC precise"
910 LOCATE 22,22 :PRINT "3. Etablir l'energie sonore transmise"
920 LOCATE 22,58 :PRINT " ... Choix "; 'choisir l'option de calcul
930 VALUE=CHOICE(COMP) :GOSUB 3890 :CHOICE(COMP)=VALUE

```

#### POUR L'ELEMENT 1

Type: 1. Porte exterieure simple  
 2. Porte exterieure double  
 3. Fenetre, simple vitrage  
 4. Fenetre ouvrante mince double ou triple  
 5. Fenetre scellee mince double ou triple  
 6. Fenetre ouvrante epaisse double ou triple  
 7. Fenetre scellee epaisse double vitrage  
 8. Mur exterieur  
 9. Toit / plafond ..... Cas le plus proche [ 8 ]?

Donner l'aire de l'element (memes unites que l'aire du plancher) [ 10.5 ]?

Options de calcul : 1. Division implicite de l'energie sonore  
 2. Etablir une STC precise  
 3. Etablir l'energie sonore transmise ... Choix [ 1 ]?

```

940 ON CHOICE(COMP) GOTO 1100,960,1020 'et continuer en consequence
950 GOTO 920 'si c'est un choix interdit
960 LOCATE 23,1 'branchement ici si CHOICE(COMP)=2 pour etablir la STC
970 PRINT "Valeur STC precise " :LOCATE 23,20
980 VALUE=STC(COMP) :GOSUB 3890 : STC(COMP)=VALUE
990 X=NR(COMP)-STC(COMP)
1000 ENERGY(COMP)=100*10^((X+CORR4(COMP)+CORR5(COMP))/10)
1010 GOTO 1050
1020 LOCATE 23,1 'branchement ici si CHOICE(COMP)=3 pour etablir % d'energie
1030 PRINT "Pourcentage d'energie sonore globale " :LOCATE 23,34
1040 VALUE=ENERGY(COMP) :GOSUB 3890 : ENERGY(COMP)=VALUE
1050 IF ENERGY(COMP)<100 THEN GOTO 1100 'continuer si moins de 100 %
1060 LOCATE 24,1 :PRINT "Ce choix transmet"; 'si plus de 100%
1070 PRINT USING "####";ENERGY(COMP);
1080 PRINT " % d'energie sonore globale";
1090 GOTO 920 'boucle de retour si plus de 100%
1100 NEXT COMP

```

```

1110 'A present diviser l'energie sonore qui reste parmi les autres elements
1120 PORTIONS=0 :FIXED.ENERGY=0
1130 FOR COMP=1 TO COMPONENTS
1140 IF CHOICE(COMP)=1 THEN PORTIONS=PORTIONS+1
1150 IF CHOICE(COMP)=2 THEN FIXED.ENERGY=FIXED.ENERGY+ENERGY(COMP)
1160 IF CHOICE(COMP)=3 THEN FIXED.ENERGY=FIXED.ENERGY+ENERGY(COMP)
1170 NEXT COMP
1172 IF FIXED.ENERGY<100 AND PORTIONS>0 THEN GOTO 1190 'division acceptable
1174 IF ABS(FIXED.ENERGY-100)<10 AND PORTIONS=0 THEN GOTO 1190 'erreur<0.5 dB
1176 CLS :PRINT "L'ENERGIE GLOBALE N'EST PAS 100 POURCENT " 'pas acceptable
1178 LOCATE 3,1 :PRINT "Ces choix transmettent";
1180 PRINT USING "#####";FIXED.ENERGY; :PRINT " % de l'energie sonore."
1182 PRINT "Il faut changer des choix!"
1184 LOCATE 8,1 :PRINT "Appuyer ENTER pour continuer ...";
1186 P$=INKEY$
1188 IF LEN(P$)>0 THEN GOTO 750 ELSE GOTO 1186
1190 FOR COMP=1 TO COMPONENTS 'a present calculer la STC
1200 IF CHOICE(COMP)>1 THEN GOTO 1220
1210 ENERGY(COMP)=(100-FIXED.ENERGY)/PORTIONS
1220 X=NR(COMP)+CORR4(COMP)+CORR5(COMP)-10*FNLOG10(ENERGY(COMP)/100)
1230 IF CHOICE(COMP)<2 THEN STC(COMP)=X
1240 NEXT COMP
1250 '
1260 CLS 'effacer l'ecran et imprimer le resume
1270 LOCATE 1,1 :PRINT "Le niveau sonore interieur = ";INDOOR.LEVEL;"dBa"
1280 LOCATE 2,1 :PRINT "La categorie d'absorption est ";ROOM$
1290 LOCATE 3,1 :PRINT "Le niveau sonore exterieur = ";
1300 FOR SURFACE=1 TO SURFACES
1310 ON SURFACES GOTO 1320,1360,1360
1320 LOCATE 3,30 'si une seule surface
1330 PRINT USING "###";OUTDOOR(SURFACE); :PRINT "dBa (plus)";
1340 PRINT TABLE2(ANGLE(SURFACE));"dB du Tableau 2)"
1350 GOTO 1400
1360 LOCATE 2+SURFACE,30 'si plus de 1 surface
1370 PRINT USING "###";OUTDOOR(SURFACE); :PRINT " dBa (plus) ";
1380 PRINT USING "#"; TABLE2(ANGLE(SURFACE));
1390 PRINT " dB du Tableau 2) pour la surface";SURFACE
1400 NEXT SURFACE

```

Le niveau sonore interieur = 35 dBA  
 La categorie d'absorption est absorption elevee  
 Le niveau sonore exterieur = 72dBA (plus 0 dB du Tableau 2)

Elements	Apres Etape 2	Du Tableau3 (% d'energie)	Du Tableau4 (% d'aire)	Du Tableau5 (spectre)	STC
1. Mur exterieur	37	+3dB ( 50%)	-4dB ( 53%)	+7dB	43
2. Fenetre scellee mince	37	+3dB ( 50%)	-12dB ( 8%)	+4dB	32

Options :

1. Trouver/changer la STC requise pour les elements
2. Calculer la reduction du bruit en fonction des elements precis
3. Charger ou conserver le fichier resultats (ou STOP)

Choix [ 1 ]?

```

1410 LOCATE 7,26          'a present imprimer la vedette du tableau
1420 PRINT "Apres Du Tableau3 Du Tableau4 Du Tableau5 STC"
1430 LOCATE 8,1 :PRINT "Elements:"
1440 LOCATE 8,26 :PRINT "Etape 2 (% d'energie) (% d'aire) (spectre)"
1450 X$=STRING$(55,45) :LOCATE 9,26 :PRINT X$      'tracer une ligne a travers
1470 FOR COMP=1 TO COMPONENTS          'imprimer chaque ligne du tableau
1480 CORR3(COMP)=-10*FNLOG10(ENERGY(COMP)/100)
1490 LOCATE COMP+9,1 :PRINT USING "#_",COMP;
1500 PRINT USING "\          \";TYPE$(TYPE(COMP));
1510 PRINT USING "### ";NR(COMP);
1520 PRINT USING "+###";CORR3(COMP); :PRINT "dB (";
1530 PRINT USING "###";ENERGY(COMP); :PRINT "%) ";
1540 PRINT USING "+###";CORR4(COMP); :PRINT "dB (";
1550 AREA.PERCENT=100*AREA(COMP)/FLOOR.AREA
1560 PRINT USING "###";AREA.PERCENT; :PRINT "%) ";
1570 PRINT USING "+###";CORR5(COMP); :PRINT "dB ";
1580 PRINT USING "###";STC(COMP)
1590 NEXT COMP
1600 GOTO 470          'retour au menu principal apres ceci
1610 '
1620 '
1630 ***** branchement ici si MAIN.CHOICE=2 (TROUVER LA REDUCTION DE BRUIT)
1640 CLS
1650 LOCATE 1,1 :PRINT "D'ECRIRE D'ABORD LA SOURCE DE BRUIT EXTERIEUR "
1660 GOSUB 2920 'donne nombre de surfaces ayant exposition differente au bruit
1670 FOR SURFACE=1 TO SURFACES
1680 SURFACE$="pour la surface"+STR$(SURFACE)+" "
1690 IF SURFACES=1 THEN SURFACE$=""
1700 LOCATE 7,1 :PRINT "Niveau sonore exterieur en dBA ";
1710 LOCATE 6+SURFACE,35 :PRINT SURFACE$;          'identifier la surface
1720 VALUE=OUTDOOR(SURFACE) :GOSUB 3890 :OUTDOOR(SURFACE)=VALUE 'donne niveau
1730 GOSUB 3010          'donne ANGLE(SURFACE), l'index du Tableau 2
1740 NEXT SURFACE
1750 GOSUB 3160          'donne SPECTRUM, l'index de colonnes du Tableau5
1760 CLS
1770 LOCATE 1,1 :PRINT "INTRODUIRE MAINTENANT LES INFORMATIONS SUR LA PIECE "
1810 GOSUB 3280 'donne FLOOR.AREA, categorie de la piece ABSORPTYPE, COMPONENTS
1820 FOR COMP=1 TO COMPONENTS          'lire les donnees pour chaque element
1830 CLS
1840 LOCATE 1,1 :PRINT "POUR COMPONENT ";COMP;
1850 GOSUB 3610          'donne la categorie de l'element TYPE(COMP)
1860 'donne aussi CORR5(SPECTRUM) la correction du Tableau5
1870 IF SURFACES>1 THEN LOCATE 14,1 :PRINT "Pour cet element";
1880 SURFAC=EXPOSURE(COMP) :GOSUB 3460 :EXPOSURE(COMP)=SURFAC
1890 OUTDOOR.LEVEL=OUTDOOR(EXPOSURE(COMP))
1895 OUTDOOR.LEVEL=OUTDOOR.LEVEL+TABLE2(ANGLE(EXPOSURE(COMP))) ' du Tableau2
1900 LOCATE 18,1
1905 PRINT "Donner l'aire de l'element (memes unites que l'aire du plancher)";
1910 VALUE=AREA(COMP) :GOSUB 3890 :AREA(COMP)=VALUE
1920 CORR4(COMP)=10*FNLOG10(AREA(COMP)/(FLOOR.AREA*ABSORP(ABSORPTYPE)))
1930 'CORR4() est la correction pour l'aire de l'element / l'absorption
1940 LOCATE 20,1 :PRINT "Valeur STC pour cet element ";
1950 VALUE=STC(COMP) :GOSUB 3890 :STC(COMP)=VALUE          'donne la valeur STC
1960 'Calculer le niveau sonore interieur
1970 INDOOR(COMP)=OUTDOOR.LEVEL-(STC(COMP)-CORR4(COMP)-CORR5(COMP))
1980 NEXT COMP
1990 CLS
2000 TOTAL.ENERGY=0          'combiner l'energie des elements pertinents
2010 FOR COMP=1 TO COMPONENTS
2020 ENERGY(COMP)=10^(INDOOR(COMP)/10)          'l'energie pour cet element
2030 TOTAL.ENERGY=TOTAL.ENERGY+ENERGY(COMP)
2040 NEXT COMP
2050 INDOOR.LEVEL=10*FNLOG10(TOTAL.ENERGY)          'niveau sonore interieur
2060 FOR COMP=1 TO COMPONENTS

```

```

2070 'A present, trouver % de l'energie pour element COMP
2080 ENERGY(COMP)=100*(ENERGY(COMP)/TOTAL.ENERGY)
2090 NEXT COMP
2100 '
2110 CLS :LOCATE 1,1 :PRINT "Le niveau sonore exterieur est";
2120 FOR SURFACE=1 TO SURFACES
2130 LOCATE SURFACE,32: PRINT USING "###";OUTDOOR(SURFACE);
2140 PRINT " dBA, angle entre";ANGLE$(ANGLE(SURFACE));
2150 NEXT SURFACE
2160 LOCATE 5,1 :PRINT "La categorie d'absorption de la piece est ";ROOM$
2170 LOCATE 7,33 :PRINT "du Tableau2 du Tableau4 du Tableau5 Energie"
2180 LOCATE 8,1 :PRINT "Elements STC";
2190 LOCATE 8,35 :PRINT "(angle) (% d'aire) (spectre) (%)"
2200 X$=STRING$(53,45)
2210 LOCATE 9,28 :PRINT X$
2220 FOR COMP=1 TO COMPONENTS
2230 LOCATE COMP+9,1
2240 PRINT USING "#.";COMP;
2250 PRINT USING "\ \";TYPE$(TYPE(COMP));
2260 PRINT USING " ## ";STC(COMP);
2270 PRINT USING " +##";TABLE2(ANGLE(EXPOSURE(COMP))); :PRINT "dB ";
2280 AREA.PERCENT=100*AREA(COMP)/FLOOR.AREA
2290 PRINT USING " +##";CORR4(COMP); :PRINT "dB (";
2300 PRINT USING "###";AREA.PERCENT; :PRINT "%) ";
2310 PRINT USING "+##";CORR5(COMP); :PRINT "dB ";
2320 PRINT USING "###";ENERGY(COMP); :PRINT "%"
2330 NEXT COMP
2370 LOCATE COMP+11,1 'a present donner la valeur finale sous le tableau
2380 PRINT "Le niveau sonore interieur est ";
2390 PRINT USING "###";INDOOR.LEVEL;
2400 PRINT " dBA"
2410 GOTO 470 'retour au menu principal a present

```

Le niveau sonore exterieur est 70 dBA, angle entre 40 et 90 degres

La categorie d'absorption de la piece est intermediaire

Elements	STC	du Tableau2 (angle)	du Tableau4 (% d'aire)	du Tableau5 (spectre)	Energie (%)
1.Mur exterieur	40	+2dB	+0dB ( 83%)	+2dB	5%
2.Fenetre ouvrante mince	26	+2dB	-4dB ( 33%)	+1dB	42%
3.Porte exterieur simple	22	+2dB	-6dB ( 21%)	+0dB	53%

Le niveau sonore interieur est 47 dBA

Options : 1. Trouver/changer la STC requise pour les elements  
2. Calculer la reduction du bruit en fonction des elements precis  
3. Charger ou conserver le fichier resultats (ou STOP)"

Choix [ 1 ] ?

```

2440 '**** branchement ici si MAIN.CHOICE=3 (CONSERVER OU RECHARGER LE FICHIER)
2450 CLS
2460 LOCATE 4,1 :PRINT "Choix d'operations dans le fichier :
2470 LOCATE 5,11 :PRINT "1. Conserver les donnees courantes dans le fichier"
2480 LOCATE 6,11 :PRINT "2. Charger un fichier existant"
2490 LOCATE 7,11 :PRINT "3. Aucune (retour au menu principal)"
2500 LOCATE 8,11 :PRINT "4. STOP"
2510 FILE=3 'l'operation implicite dans le fichier est de ne rien faire
2520 LOCATE 9,1 :PRINT "Choisir ";
2530 VALUE=FILE :GOSUB 3890 : FILE=VALUE
2540 IF FILE>4 THEN GOTO 2520 'choix incorrect, essayer de nouveau
2550 IF FILE=4 THEN STOP
2560 IF FILE=3 THEN GOTO 470 'retour au menu principal
2570 'FILE doit etre 1 ou 2, donc lire le nom de fichier et continuer
2580 LOCATE 11,1 :PRINT "Le nom de ce fichier [";FILE$;"]";
2585 'donner le nom de fichier implicite
2590 INPUT A$ :IF LEN(A$)>0 THEN FILE$=A$ 'si nom implicite n'est pas accepte
2600 ON FILE GOTO 2610,2750 'seuls les cas 1 ou 2 sont possibles
2610 'branchement ici si FILE=1, pour stocker les donnees dans un fichier
2620 OPEN FILE$ FOR OUTPUT AS #1
2630 'utiliser une structure simple de fichier sequentiel
2640 PRINT #1,SPECTRUM,SURFACES 'les donnees pour le bruit exterieur
2650 FOR SURFACE=1 TO 3
2660 PRINT #1,OUTDOOR(SURFACE),ANGLE(SURFACE)
2670 NEXT SURFACE
2680 PRINT #1,ABSORPTYPE,FLOOR.AREA,COMPONENTS,INDOOR.LEVEL 'pour la piece
2690 FOR COMP=1 TO COMPONENTS 'ecrire les donnees pour chaque element
2700 PRINT #1,EXPOSURE(COMP),TYPE(COMP),AREA(COMP),CHOICE(COMP)
2710 PRINT #1,NR(COMP),STC(COMP),ENERGY(COMP)
2720 NEXT COMP
2730 CLOSE #1
2740 GOTO 470 'fin de l'action de sortie, retour au menu principal
2750 'branchement ici si FILE=2, pour charger un fichier de donnees
2760 OPEN FILE$ FOR INPUT AS #1
2770 INPUT #1,SPECTRUM,SURFACES 'donnees pour le bruit exterieur
2780 FOR SURFACE=1 TO 3
2790 INPUT #1,OUTDOOR(SURFACE),ANGLE(SURFACE)
2800 NEXT SURFACE
2810 INPUT #1,ABSORPTYPE,FLOOR.AREA,COMPONENTS,INDOOR.LEVEL 'pour la piece
2820 FOR COMP=1 TO COMPONENTS
2830 INPUT #1,EXPOSURE(COMP),TYPE(COMP),AREA(COMP),CHOICE(COMP)
2840 INPUT #1,NR(COMP),STC(COMP),ENERGY(COMP)
2850 NEXT COMP
2860 CLOSE #1
2870 GOTO 470 'retour au menu principal (l'entree dans le fichier est terminee)

```

```

2900 ' ***** SOUS-PROGRAMMES, ETC.
2910 '
2920 ' GOSUB donne le nombre de cas de source exterieure SURFACES
2930 LOCATE 3,1 :PRINT "Le bruit est: "
2940 LOCATE 3,15 :PRINT "1. le meme pour toutes les surfaces exterieures"
2950 LOCATE 4,15 :PRINT "2. deux niveaux differents d'exposition au bruit"
2960 LOCATE 5,15 :PRINT "3. trois niveaux differents d'exposition "
2970 LOCATE 5,55 :PRINT " .....Choix ";
2980 VALUE=SURFACES :GOSUB 3890 :SURFACES=VALUE
2990 RETURN
3000 '
3010 ' GOSUB pour donne l'index pour le Tableau2, ANGLE(SURFACE)
3020 ANGLE$(1)=" 60 et 90 degres" 'servent de message plus tard
3030 ANGLE$(2)=" 40 et 90 degres"
3040 ANGLE$(3)=" 30 et 90 degres"
3050 ANGLE$(4)=" 0 et 90 degres"
3060 LOCATE 11,1 :PRINT "Le bruit arrive d'un angle entre: "
3070 FOR I=1 TO 4
3080 LOCATE I+11,10 :PRINT USING "#_";I; :PRINT ANGLE$(I)
3090 NEXT I
3100 Y=15-SURFACES 'emplacement de message vertical
3110 IF SURFACE=1 THEN LOCATE Y+SURFACE,32 :PRINT "... Cas le plus proche"
3120 LOCATE Y+SURFACE,55 :PRINT SURFACE$;
3130 VALUE=ANGLE(SURFACE) :GOSUB 3890 : ANGLE(SURFACE)=VALUE
3140 RETURN
3150 '
3160 ' GOSUB pour donne l'index SPECTRUM pour la frequence de la source
3170 LOCATE 17,1 :PRINT "Categorie de spectre de bruit : "
3180 LOCATE 18,10 :PRINT "1. atterrissage d'un avion a reaction"
3190 LOCATE 19,10 :PRINT "2. bruit moyen d'un avion, ou des roues d'un train"
3200 LOCATE 20,10 :PRINT "3. bruit des roues d'un train bloque par un ecran"
3210 LOCATE 21,10 :PRINT "4. circulation routiere mixte, ou avion eloigne"
3220 LOCATE 22,10 :PRINT "5. circulation routiere bloquee par un ecran"
3230 LOCATE 23,10 :PRINT "6. locomotive de train diesel"
3240 LOCATE 23,42 :PRINT " .....Cas le plus proche ";
3250 VALUE=SPECTRUM :GOSUB 3890 :SPECTRUM=VALUE
3260 RETURN
3270 '
3280 'GOSUB pour l'aire de plancher, l'index d'absorption, le nombre d'elements
3290 LOCATE 8,1
3295 PRINT "L'aire de plancher de la piece (votre choix d'unites): ";
3300 VALUE=FLOOR.AREA :GOSUB 3890 : FLOOR.AREA=VALUE
3310 LOCATE 10,1 :PRINT "Categorie d'absorption acoustique de la piece : "
3320 LOCATE 11,3 :PRINT "1. absorption faible (ex.- cuisine, salle de bain)"
3330 LOCATE 12,3 :PRINT "2. intermediaire (soit tapis soit meubles souples)"
3340 LOCATE 13,3 :PRINT "3. tres absorbant (tapis et meubles souples)"
3350 LOCATE 13,48 :PRINT " .... Cas le plus proche ";
3360 VALUE=ABSORPTYPE :GOSUB 3890 :ABSORPTYPE=VALUE
3370 IF ABSORPTYPE=1 THEN ROOM$="absorption faible"
3380 IF ABSORPTYPE=2 THEN ROOM$="intermediaire"
3390 IF ABSORPTYPE=3 THEN ROOM$="absorption elevee"
3400 LOCATE 15,1 :PRINT "Les elements de la surface exterieure ";
3410 PRINT "comprennent les murs, les fenetres, etc."
3420 LOCATE 16,1 :PRINT "Nombre d'elements ";
3430 VALUE=COMPONENTS :GOSUB 3890 : COMPONENTS=VALUE
3440 RETURN
3450 '
3460 'GOSUB pour etablir SURFAC a celle des surfaces multiples qui convient
3470 ON SURFACES GOTO 3480,3500,3500 'il peut y avoir 1,2, ou 3 surfaces
3480 SURFAC=1 'en cas d'une seule exposition exterieure, c'est celle-ci
3490 RETURN 'pas d'autres questions, donc retour
3500 PRINT " - identifier la surface pertinente:" 's'il y en a plus d'une
3510 FOR SURF=1 TO SURFACES
3520 PRINT USING "#";SURF; :PRINT ") Niveau sonore ";

```

```

3530 PRINT USING "##";OUTDOOR(SURF);:PRINT " dBA pour un angle entre";
3540 PRINT USING "\      \"; ANGLE$(ANGLE(SURF));
3550 IF SURF<SURFACES THEN PRINT
3560 NEXT SURF
3570 PRINT " ... Choix ";
3580 VALUE=SURFAC :GOSUB 3890 : SURFAC=VALUE
3590 RETURN
3600 '
3610 ' GOSUB donne la categorie d'element, et la correction du Tableau5
3620 TYPE$(1)="
"Porte exterieure simple"
3630 TYPE$(2)="Porte exterieure double"
3640 TYPE$(3)="Fenetre, simple vitrage"
3650 TYPE$(4)="Fenetre ouvrante mince double ou triple"
3660 TYPE$(5)="Fenetre scellee mince double ou triple"
3670 TYPE$(6)="Fenetre ouvrante epaisse double ou triple"
3680 TYPE$(7)="Fenetre scellee epaisse double vitrage"
3690 TYPE$(8)="Mur exterieur "
3700 TYPE$(9)="Toit / plafond"
3710 LOCATE 3,1 :PRINT "Type d'element:";
3720 FOR I=1 TO 9
3730 LOCATE 2+I,6 :PRINT I;". ";TYPE$(I)
3740 NEXT I
3750 LOCATE 11,35 :PRINT "..... Cas le plus proche ";
3760 VALUE=TYPE(COMP) :GOSUB 3890 :TYPE(COMP)=VALUE
3770 ON TYPE(COMP) GOTO 3790,3810,3810,3810,3830,3830,3850,3850,3850
3780 GOTO 3750 'essayer de nouveau si TYPE(COMP) n'est pas un des cas ci-dessus
3790 CORR5(COMP)=TABLE5(1,SPECTRUM) 'choisir une valeur du tableau
3800 RETURN
3810 CORR5(COMP)=TABLE5(2,SPECTRUM)
3820 RETURN
3830 CORR5(COMP)=TABLE5(3,SPECTRUM)
3840 RETURN
3850 CORR5(COMP)=TABLE5(4,SPECTRUM)
3860 RETURN
3870 '
3880 'GOSUB pour montrer la valeur implicite et attribuer une nouvelle valeur
3890 PRINT "[";VALUE;"]";
3900 INPUT ; A$
3910 IF LEN(A$)>0 THEN VALUE=VAL(A$)
3920 RETURN 'VALUE est la nouvelle valeur
3930 END

```