

Calcul du niveau de bruit des équipements

Ventilo - ventipython

Ce document comprend 12 pages

Version du document

<i>Indice</i>	<i>Date</i>	<i>Auteur</i>	<i>Commentaire</i>
0.1	2014/10/10	BF	Création
0.2	2015/04/15	BF	Ajout paragraphe sur la simplification des circuits
0.3	2015/04/15	BF	Ajout modélisation soufflage sous gradins

Références

<i>N°</i>	<i>Référence</i>	<i>Indice</i>	<i>Titre du document</i>
1	Ventipyth_ventipyth .exe	V1011 du 30 juillet 2014	Logiciel de calcul des bruits d'équipement

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	4
2	CALCULS THÉORIQUES.....	4
2.1	Hypothèses.....	4
2.2	Notes.....	4
2.2.1	<i>Calcul de la puissance acoustique en sortie d'un circuit.....</i>	<i>4</i>
2.2.2	<i>Calcul du niveau de pression acoustique du circuit i dans le local de réception.....</i>	<i>4</i>
2.2.3	<i>Calcul du niveau de pression acoustique totale dans le local de réception.....</i>	<i>5</i>
2.2.4	<i>calcul du niveau de bruit standardisé.....</i>	<i>5</i>
2.2.5	<i>Prise en compte des niveaux de puissance ajoutés en cours de circuit.....</i>	<i>5</i>
3	PRISE EN MAIN.....	6
4	ÉTUDES DE CAS.....	10
4.1	Simplification de circuit : branches en parallèle.....	10
4.2	Simplification de circuit : branches en série.....	11
4.3	modélisation de circuit : soufflage sous gradins.....	12
5	PROPOSITION.....	12

1 INTRODUCTION

Ce document a pour objet de présenter la méthode de calcul du niveau de bruit des équipements réalisés par le logiciel ventilo [1] développé par Echologos Grenoble.

2 CALCULS THÉORIQUES

2.1 Hypothèses

1. Ventilo ne calcul pas les bruits de régénération des différents éléments des circuits. Pour les prendre en compte, il faut utiliser un élément « plus ».
2. Le calcul des atténuations des éléments est donné dans l'aide du logiciel CLIM.

2.2 Notes

Cette note ne prend pas en compte les niveaux de puissance ajoutés en cours de circuit.

2.2.1 Calcul de la puissance acoustique en sortie d'un circuit

$$L_{w_i} = L_{wc_i} - \sum_j \Delta L_{w_{i,j}}$$

avec L_{w_i} la puissance acoustique en sortie de circuit i

L_{wc_i} la puissance acoustique en sortie de centrale i

$\Delta L_{w_{i,j}}$ l'atténuation acoustique de l'élément j du circuit i

2.2.2 Calcul du niveau de pression acoustique du circuit i dans le local de réception

$$L_{p_i} = L_{w_i} + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{Q_i}{4 \cdot \pi \cdot r_i^2} + \frac{4}{R} \right)$$

avec L_{p_i} le niveau de pression acoustique au point de mesure dans le local de réception

Q_i le facteur de rayonnement de la bouche du circuit i,

L_{w_i} le niveau de puissance acoustique en fin de circuit i,

$R = \frac{A}{1 - \bar{\alpha}}$ la constante de salle,

$A = S_{local} \cdot \bar{\alpha}$ l'aire équivalente d'absorption,

et $T_s = \frac{0.16 \cdot V_{local}}{A}$ la durée de réverbération du local de réception

2.2.3 Calcul du niveau de pression acoustique totale dans le local de réception

$$L_{p_{tot}} = 10 \cdot \log_{10} \left(\sum_i 10^{\frac{L_{p_i}}{10}} \right)$$

avec L_{p_i} le niveau de pression acoustique du circuit i

2.2.4 calcul du niveau de bruit standardisé

$$L_{nT} = L_{p_{tot}} - 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{T_s}{T_0} \right)$$

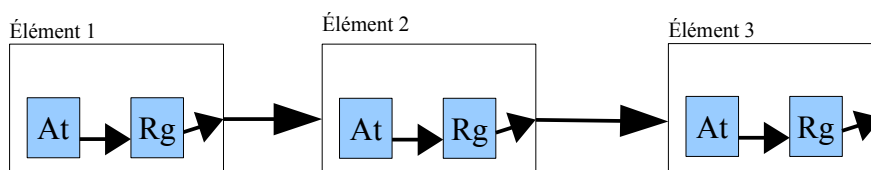
avec

T_0 la durée de réverbération de référence

T_s la durée de réverbération du local de réception

2.2.5 Prise en compte des niveaux de puissance ajoutés en cours de circuit régénération d'un élément de type VAV ou clapet coupe feu ou même d'un coude par exemple.

Soit le schéma de principe suivant :



Et le calcul théorique de la puissance acoustique en fin de circuit k :

$$L_{w_k} = 10 \cdot \log_{10} \left[\sum_{i=0}^{N-1} \left(10^{\frac{L_{w_{k,i}}}{10}} \cdot \prod_{j=i+1}^N 10^{\frac{-\Delta L_{w_{k,j}}}{10}} \right) + 10^{\frac{L_{w_{k,N}}}{10}} \right]$$

avec N : le nombre d'éléments dans le circuit considéré

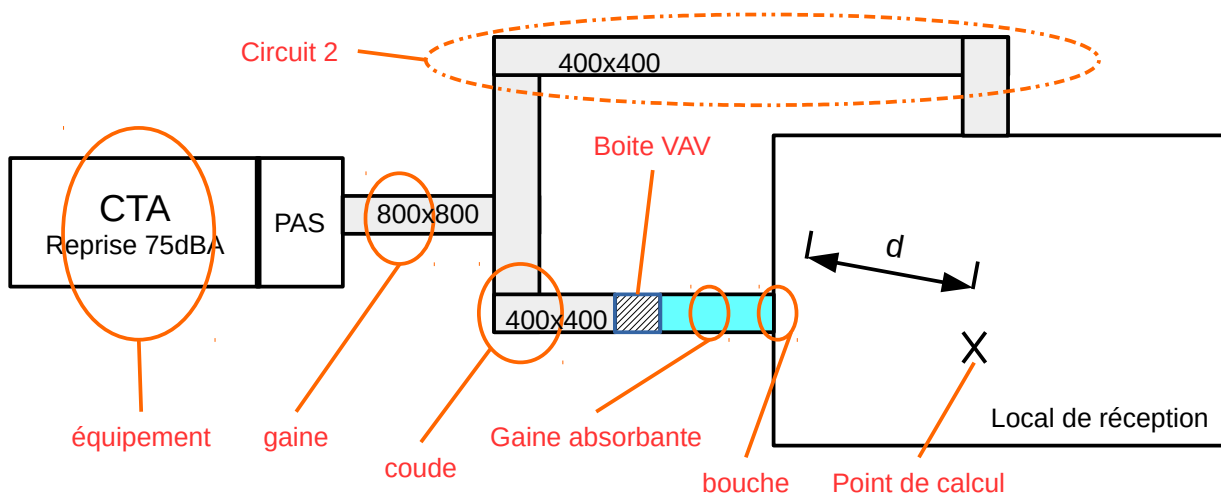
Chaque élément « i » du circuit « k » est caractérisé par le couple $[\Delta L_{w_{k,i}}; L_{w_{k,i}}]$

avec ΔL_w l'atténuation de l'élément

et L_w le niveau de puissance régénérée.

Le calcul du niveau de pression acoustique dans le local de réception est identique au calcul « sans régénération ».

3 PRISE EN MAIN



Désignation	Quantité
Bouche	2
équipement	1
Circuit	2

Objectif

LnAT : niveau standardisé
NR : niveau de pression au point de réception
Spectral: au choix

Tr - Objectif

Choix du calcul: Calcul Intérieur

Calcul en intérieur ou en extérieur

Géométrie: Longueur: 3 m, Largeur: 4 m, Hauteur: 2.7 m. Somme des surfaces de la salle: 61.8 m², Volume de la salle: 32.4 m³. Dimension du local

Tr de la salle: Moyen, Tr Moyen: 0.6. Durée de réverbération du local de réception

Tr de Référence: Moyen, Tr Moyen: 0.5. Durée de réverbération de référence

OBJECTIF (Intérieur) ou RÉSIDUEL (Extérieur): Lnat, NR, Spectral. Objectif

63 Hz 125 Hz 250 Hz 500 Hz 1 KHz 2 KHz 4 KHz 8 KHz dB(A) dB

59.2 48.1 39.9 34.0 30.0 26.9 24.7 22.9 39.1 59.5

OK Annuler

Ventipyth_ventipyth.exe

Fichier Créer Circuit Bases ?

Centrales Circuits resultat

Choix des circuits
→ vert : circuit actif, rouge : circuit inactif

Commentaire circuit: circuit 1

Coordonnées de la bouche: X=0 Y=0 Z=0

✓ Circuit actif dans onglet RESULTAT

CIRCUIT VALIDE

	Référence	Débit	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	reprise CTA	10000.0	...	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0.0
2	Pas de silencieux	R	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Gaine Rect Lisse H=800mm L=600mm Lg 0.5m	10000	AI	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
8	Dérivation E=0.640m² S 0.160m² (D 0.160m²)	2500	AI	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
11	Coude Rect Guide H=400mm L=400mm Qte:1	2500	AI	0.6	1.3	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0
14	Régénération: Boite VAV	2500	AI	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	Atténuation: FRANCE AIR - Phoniflex - Diam: 450.0mm - Lon...	2500	AI	4.0	8.0	8.0	6.0	6.0	5.0	7.0
20	Bouche Rect L=400mm l=400mm Q=2 NR30	2500	AI	9.5	3.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
23	Bouche circuit 1 Régénération bouche:	...	59.2	48.1	39.9	34.0	30.0	26.9	24.7	22.9
24	TOTAL CIRCUIT:	T	59.2	73.3	75.6	77.4	77.4	78.4	76.5	23.0

TOTAL CIRCUIT: T 59.2 73.3 75.6 77.4 77.4 78.4 76.5 23.0

Delta Lw total du circuit (sans aucune reges) dL 17.8 16.7 14.4 12.6 12.6 11.6 13.5 9.5

Ventipyth_ventipyth.exe

Fichier Créer Circuit Bases ?

Centrales Circuits resultat

Nom du circuit et position de la bouche

Commentaire circuit: circuit 2

Coordonnées de la bouche: X=0 Y=0 Z=0

✓ Circuit actif dans onglet RESULTAT

CIRCUIT VALIDE

	Référence	Débit	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	reprise CTA	10000.0	...	0.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	0.0
2	Pas de silencieux	R	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Gaine Rect Lisse H=800mm L=600mm Lg 0.5m	10000	AI	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
8	Dérivation E=0.640m² S 0.160m² (D 0.160m²)	2500	AI	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
11	Coude Rect Guide H=400mm L=400mm Qte:2	2500	AI	1.2	2.6	4.9	5.9	6.0	6.0	6.0
14	Bouche Rect L=400mm l=400mm Q=2 NR30	2500	AI	9.5	3.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
17	Bouche circuit 1 Régénération bouche:	...	59.2	48.1	39.9	34.0	30.0	26.9	24.7	22.9
18	TOTAL CIRCUIT:	T	59.2	80.0	81.2	80.5	80.4	80.4	80.5	23.0

TOTAL CIRCUIT: T 59.2 80.0 81.2 80.5 80.4 80.4 80.5 23.0

Delta Lw total du circuit (sans aucune reges) dL 14.4 10.0 8.8 9.5 9.6 9.6 9.5 9.5

Ventipyth_ventipyth.exe

Fichier Créer Circuit Bases ?

Centrales Circuits resultat

Calcul total

☒ Avec régénération des bouches

☐ Sans régénération des bouches

Tr et Objectif

Afficher/masquer graphique

CALCUL INTÉRIEUR

Récepteur: X = 1 m Y = 1 m Z = 1 m

Position récepteur dans local

Référence	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	dB	Dist(m)
Lp circuit 1 - circuit 1 - VAV	55.7	69.8	72.1	73.9	73.9	74.9	73.0	19.5	80.2	81.1	1.7
Lp sans regen bouche / Lp regen bouche s...	0/56	70/45	72/36	74/31	74/27	75/23	73/21	0/19	80/36	81/56	
Lp circuit 2 - circuit 2	55.7	76.5	77.7	77.0	76.9	76.9	77.0	19.5	83.3	84.8	1.7
Lp sans regen bouche / Lp regen bouche s...	0/56	77/45	78/36	77/31	77/27	77/23	77/21	1/19	83/36	85/56	

Récapitulatif des niveau de pression acoustique par circuit au point de réception

Récapitulatif des résultats totaux et des objectifs

-	Commentaire	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)	dB	NR
	Lp Total	58.7	77.3	78.8	78.7	78.7	79.0	78.5	22.5	85.0	86.3	83.0
	LnT	57.9	76.5	78.0	77.9	77.9	78.2	77.7	21.7	84.2	85.5	82.0
	Objectif recherché: NR30	59.2	48.1	39.9	34.0	30.0	26.9	24.7	22.9	39.2	59.6	30.0
	Delta Lp Total / Objectif	0.0	29.2	38.9	44.7	48.7	52.1	53.8	0.0	45.8	26.7	
	Delta LnT / Objectif	0.0	28.4	38.1	43.9	47.9	51.3	53.0	0.0	45.0	25.9	

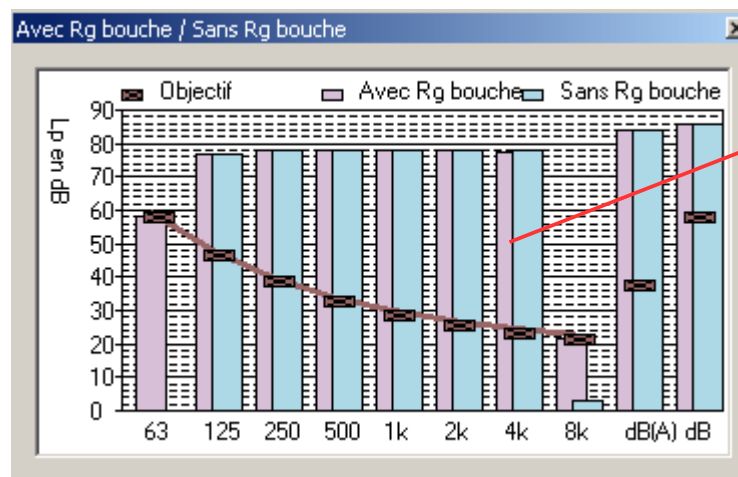
Différence entre objectif et niveau au point de réception (attention au choix du delta)

-	Silencieux existant	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	C1 - X	0.0	21.0	31.5	39.2	43.2	47.3	47.6	0.0
	C2 - X	0.0	27.7	37.1	42.3	46.2	49.3	51.6	0.0

Estimation du silencieux nécessaire pour atteindre l'objectif

■ Regen bouche prépondérante
■ Regen bouche significative
■ Regen bouche non négligeable
■ Regen bouche négligeable

X = Récapitulatif de la
 Y = position de la bouche du
 Z = circuit sélectionné



Fenêtre de sélection d'un silencieux par clique droit/ajout d'un silencieux sur le tableau « silencieux existants » dans la fenêtre résultat. (ces silencieux sont attachés aux centrales).

Tri avancé des silencieux

Géométrie

☐ Circulaire
☒ Rectang

Long comprise entre mm et mm

Fabricant:

Géométrie du silencieux

Graphique des atténuations

Graph ancien - nouveau - objectif

Rein dB

Objectif Ancien

63 125 250 500 1k

Objectif d'atténuation

	Référence	Long	Diam	63	125	250	500	1000	2000	4000
Objectif				0.0	21.0	31.5	39.2	43.2	47.3	47.3
Ancien	xxx	xxx	xxx	0	0	0	0	0	0	0
Nouveau	France Air-Avec tole-2500-300-80	2500	xxx	23	40	45	50	50	50	50

Liste des silencieux répondant à l'objectif

	Référence	Long	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Fabricant	Modele	Ep baffle
13	France Air-SRC Airp'xc3\wa8ge l'xh20...	2000	13	21	37	50	50	50	50	25	France...	SRC A...	200
14	France Air-SRC Airp'xc3\wa8ge l'xh25...	2500	17	27	45	50	50	50	50	-25	France...	SRC A...	200
15	France Air-SRC Airp'xc3\wa8ge l'xh20...	2000	14	23	42	50	50	50	50	-25	France...	SRC A...	200
16	TROX-XSA 300-100-3000	3000	12	32	50	50	50	50	50	35	TROX	XSA 3...	300
17	TROX-XSA 300-100-2500	2500	10	28	48	50	50	50	50	32	TROX	XSA 3...	300
18	TROX-XSA 200-60-3000	3000	10	23	50	50	50	50	50	40	TROX	XSA 2...	200
19	TROX-MSA 200-60-3000	3000	14	33	50	50	50	50	48	32	TROX	MSA 2...	200
20	TROX-MSA 100-60-3000	3000	9	21	47	50	50	50	50	50	TROX	MSA 1...	100
21	TROX-MSA 100-50-3000	3000	9	23	50	50	50	50	50	50	TROX	MSA 1...	100
22	TROX-MSA 100-40-3000	3000	10	24	50	50	50	50	50	50	TROX	MSA 1...	100
23	TROX-MSA 100-40-2500	2500	9	21	47	50	50	50	50	50	TROX	MSA 1...	100

Liste des centrales

	Nom centrale	R/S	Silencieux	Debit	Rect/Circ
1	CTA	reprise	TROX-Sans tole-3000-200-60		rect

Type de silencieux

☐ Consultation
☒ Modif centrale/silencieux
☐ Suppr centrale/silencieux

données de la centrale

Rept/sou: Centrale: 63 Hz: 125 Hz: 250 Hz: 500 Hz: 1 kHz: 2 kHz: 4 kHz: 8 kHz: dB(A): dB: Débit:

Données pour le calcul du niveau de puissance régénérée

Long: Larg: Haut: Diam: Vit: dpa: circ/rect:

Sélection d'un silencieux

Modifier silencieux existant

Fréquence: à à

Long inf à mm

Fabricant:

La sélection des silencieux est aussi réalisable par l'onglet centrale.

Ventipyth_ventipyth.exe

Fichier Créer Circuit Bases ?

Centrales Circuits resultat

Nouvelle centrale Gestion centrales

Liste des centrales

Type de silencieux

données de la centrale

Données pour le calcul du niveau de puissance régénérée

Calcul non implémenté (utilisez la feuille de calcul ventilation _ott)

Sélection d'un silencieux

Liste des éléments

Elements

Centrale Coude Gaine Dérivation Détente Silencieux Plus Moins Bouche Plénium



Diamètre: [] mm

Nombre: [1]

Forme

- ☒ Circulaire
- ☐ Rectangulaire

Caractéristiques

- ☐ Brusque
- ☒ Guidé

OK

Annuler

Silencieux / PAS

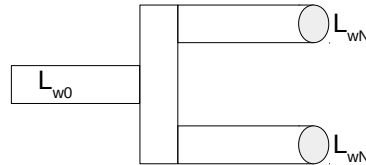
Si besoin d'ajouter un niveau de puissance régénérée

Atténuation spécifique / gaine absorbante

4 ÉTUDES DE CAS

4.1 Simplification de circuit : branches en parallèle

Calcul de la puissance équivalente de sortie par M bouches après une bifurcation



calcul réalisé avec les hypothèses suivantes :

- puissance acoustique régénérée par le dernier élément est identique pour tous les circuits
- la distance et la directivité de la bouche au point récepteur est identique pour tous les circuits
- pas de régénération des éléments intermédiaires
- la somme des atténuations des éléments est identique pour tous les circuits

$$L_{w_{eq}} = 10 \cdot \log_{10} \left(10^{\frac{L_{w_0}}{10}} \cdot \prod_{j=i+1}^{j=N} 10^{\frac{-\Delta L_{w_j}}{10}} + 10^{\frac{L_{w_N}}{10}} \right) + 10 \cdot \log_{10}(M)$$

modélisation sous ventilo

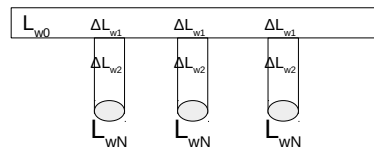
The screenshot shows the Ventipyth software interface. The main window displays a circuit diagram with components like 'soufflage TEST', 'Déviation', 'Coude Rect Guide', 'Atténuation', 'Régénération', and 'Bouche Rect'. A table below the diagram lists the acoustic parameters for each component across different flow rates (63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000). Red annotations highlight specific parts: 'Niveau de puissance en entrée du circuit' points to the input power level; 'Circuit standard avec bouche' points to the 'Bouche' component; '2nd circuit Rg = Tt circuit 1' points to the 'Régénération' component; and 'Bouche att = 0dB Rg = 0dB' points to the 'Bouche' component. A text box at the bottom states: 'Pour ajouter un 3ème circuit, copier l'élément CIRCUIT 2 en dessous du même élément. Appeler le CIRCUIT 3'.

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1 soufflage TEST	1000.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
2 Pas de silencieux	R 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5 Déviation E=0.640m² S:0.160m² (D:0.160m)	250	At 3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
8 Coude Rect Guide H=400mm L=400mm Qte:1	250	At 0.6	1.3	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0
11 Atténuation: ATT BOUCHE - CIRCUIT 1	250	At 9.5	3.7	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
14 Régénération: REGE BOUCHE - CIRCUIT 1	250	At 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15 Régénération NR = 50	...	75.0	65.5	58.5	53.5	50.0	47.2	45.2
16 Régénération CIRCUIT 2	250	At 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18 Régénération perso = 90.4 dB(A)	...	78.8	81.6	83.7	83.5	83.5	83.5	83.5
19 Régénération perso = 90.4 dB(A)	...	78.8	81.6	83.7	83.5	83.5	83.5	83.5
20 Bouche Rect L=5000mm l=5000mm Q=2 spectral	500	At 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21 NR Régénération bouche:	...	0.00	0	0	0	0	0	0
24 TOTAL CIRCUIT:	T	81.8	84.6	86.7	86.5	86.5	86.5	86.5
TOTAL CIRCUIT:	T	81.8	84.6	86.7	86.5	86.5	86.5	86.5
Delta Lw total du circuit (sans aucune regen)	dL	13.6	8.5	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5

Attention, si vous modifiez la puissance acoustique de la centrale ou la valeur d'atténuation ou d'un des éléments du circuit, il faut recréer les éléments CIRCUIT2.

4.2 Simplification de circuit : branches en série

Calcul de la puissance équivalente d'une sortie par M bouches en série



calcul réalisé avec les hypothèses suivantes :

- la puissance acoustique régénérée par le dernier élément est identique pour tous les circuits
- la distance et la directivité de la bouche au point récepteur est identique pour tous les circuits
- pas de régénération des éléments intermédiaires
- les éléments de chaque branche ont la même atténuation ΔL_{w2} .

$$L_{w_{eq}} = 10 \cdot \log_{10} \left[10^{\frac{L_{w_0}}{10}} \cdot 10^{\frac{-\Delta L_{w_2}}{10}} \cdot 10^{\frac{-\Delta L_{w_1}}{10}} \frac{1 - \left(10^{\frac{-\Delta L_{w_1}}{10}} \right)^M}{1 - 10^{\frac{-\Delta L_{w_1}}{10}}} + M \cdot 10^{\frac{L_{w_{k,N}}}{10}} \right]$$

Modélisation sous ventilo

Niveau de puissance en entrée du circuit

Circuit standard sans régé bouche

Régénération équivalente fonction du nombre de circuit et du circuit (calcul suivant formule)

Régénération des bouches

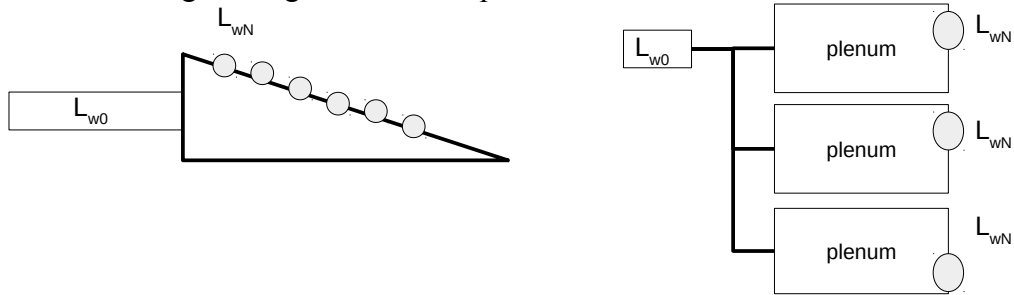
Bouche att = 0dB
Rg = 0dB

	Référence	Débit	...	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	soufflage TEST	1000.0	...	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0
2	Pas de silencieux	R	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	Dérivation E=0.160m² S:0.160m² (D:0.160m²)	998	At	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
8	Atténuation: STRUIK - SMO PHON P50mm rayon - Diam:5...	998	At	-5.0	10.0	6.0	10.0	10.0	5.0	-2.0	
11	Atténuation: BOUCHE ATT	998	At	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	Régénération atténuation	...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
13		Tt	72.0	72.8	80.2	80.5	76.5	76.5	81.5	84.5	
14	Régénération: NOMBRE CIRCUIT 4	998	At	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
15	Régénération perso = 86.2 dB(A)	...	70.7	71.5	78.9	79.2	75.2	75.2	80.2	83.2	
16		Tt	74.4	75.2	82.6	82.9	78.9	78.9	83.9	86.9	
17	Régénération: REGE BOUCHE	998	At	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	Régénération: REGE BOUCHE 2	998	At	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
23	Régénération: REGE BOUCHE 3	998	At	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
26	Régénération: REGE BOUCHE 4	998	At	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
29	Bouche Rect L=5000mm l=5000mm Q=2 spectral	200	At	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
30	Régénération bouche:	...	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	TOTAL CIRCUIT:	T	81.9	76.7	82.6	82.9	78.9	78.9	83.9	86.9	
	TOTAL CIRCUIT:	T	81.9	76.7	82.6	82.9	78.9	78.9	83.9	86.9	
	Delta Lw total du circuit (sans aucune regen)	dL	18.0	17.2	9.8	9.5	13.5	13.5	8.5	5.5	

Attention, si vous modifiez un élément du circuit de base, il faut modifier la régénération qui est fonction du nombre de circuit.

4.3 modélisation de circuit : soufflage sous gradins

Utilisation : soufflage sous gradin d'un amphithéâtre...



5 PROPOSITION

- ajout d'un élément permettant d'ajouter 3 dB à la ligne Tt d'un circuit par exemple
utilisation : branches en parallèles
- ajout d'un élément permettant d'ajouter des branches en série
utilisation : branches en série