

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE AHMED DRAIA ADRAR
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MATIERE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER EN PHYSIQUE ENERGETIQUE ET ENERGIES
RENOUVELABLES

Thème

BRUIT DE TURBULENCE

UN INDICATEUR SONORE POUR UNE INSTABILITE THERMOCONVECTIVE

Soutenu le : 25 Mai 2017

Présenté par :

M^{elle} BENNADJEM Fatma

M^{elle} BENSALEM Oumelkheir

Encadré par : Mr T. BOUSSOUKAIA

Président : Mr. M. GUENFOUD

Examineur : Mr B. OMARI

2016-2017





Dédicace

Je dédie ce modeste travail à

Ma très chère mère a mon père .

A mes sœurs Wahiba ,houwa,kaltoume.

A mes frères Abdrahman et Ibrahim et Ahemmd et

Belkasem et Abdellah et Hossin.

A mon amie et sa famille et abdo .

A tous mes amis.

FATIMA



dédicace

*Je dédie ce modeste travail à
Ma très chère mère a mon père.
A mes sœurs.*

A mes frères.

A ma famille.

A tous mes amis.

A toute la famille Bensalem et Benabdennabi



REMERCIEMENTS

Avant tout, Nous remercions ALLAH, le tout puissant, de m'avoir donné le courage et la volonté pour accomplir ce travail de recherche

Le travail présenté dans ce mémoire a été mené au département de Science de matière faculté des sciences et de la technologie de l'Université Adrar

Nous remercions tous ceux qui nous ont de Prés ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Particulièrement notre encadreur

Dr.T.BOUSKAIA

Pour son aide et conseils qui nous avons été très précieux.

Mes sincères remerciement aux membres de

Jury ,**Mr.KOHILI** et**Dr.OMARI**

Mes remerciements vont aussi à tout qui

Contribués de prés ou de loin à la

Réalisation de ce modeste travail.

OUMELKHEIR ET FATMA

TABLE DES MATIERES

Résume

Liste des figures

Liste des tableau

Introduction générale 1

Chapitre I

Introduction sur le bruit en écoulement

I.1	Introduction.....	3
I.2	Notion de base.....	4
I.2.a	le bruit comme phénomène spectral.....	4
I.3	Différents signaux de bruit.....	6
I.4	Bruit et périodicité.....	9
I.5	Analyse spectrales.....	10
I.6	Signaux acoustiques.....	12
I.6.1	Son pur ,son composé et bruit.....	12
I.7	Technique de mesures du bruit.....	14
I.7.a	Objectif des mesures du bruit.....	14
I.7.b	Composants des instruments de mesure.....	15
I.7.c	Instruments de mesure et d' analyse du bruit aux postes de travail.....	16
I.7.d	Conseils pratiques les mesures de bruit.....	17
I.8	Conclusion	18

chapitre II

Conception Hardware du banc d'essai

II.1	Introduction.....	19
II.2	Description du banc d'essai.....	19

TABLE DES MATIERES

II.3	Conception du système	20
II.3.1	Matière de traitement.....	20
II.3.2	micro phone.....	24
II.3.3	carte son.....	24
II.4	logiciel de traitement(Adobe audition 1.5).....	25
II.5	Conclusion.....	28

Chapitre III

Détermination expérimentale du bruit sur le banc d'essai

III.1	Introduction.....	29
III.2	Considération pratiques.....	29
III.3	Caractéristiques moyennes du bruit enregistré.....	29
III.4	Transformée de Fourier.....	30
III.5	Corrélation.....	34
III.6	Conclusion.....	38

Conclusion générale		39
----------------------------	--	-----------

Référence

Figure I.1	Onde triangulaire 44HZ(forme d'onde à gauche, FFT à droite)...	6
Figure I.2	Onde en dents \square de \square scie 442HZ(forme à gauche , FFT à droite)..	6
Figure I.3	Bruit blanc(forme d'onde à gauche,FFTà droite).....	8
Figure I.4	Bruit rose (forme d'onde à gauche ,FFT à droite).....	8
Figure I.5	Analyse par tiers d'octave de 20HZ à 20KHZ.....	12
Figure I.6	Son pur, son composé ,bruit et détonation.....	12
Figure I.7	Bruit blanc et rose.....	13
Figure I.8	Bruit à large bande.....	14
Figure I.9	Bruit à large bande.....	14
Figure I.10	bruit à haute fréquence.....	14
Figure I.11	Composition basique d'un sonomètre .les instruments récents permettent souvent d'utiliser en mémé temps plusieurs pondérations en fréquence et en temps .les fonction en gris sont à présent souvent numériques.....	15
Figure I.12	Sonomètre intégrateur bon marché.....	17
Figure II.1	Schéma du dis positif expérimental.....	19
Figure II.2	Schéma de chaudron.....	20
Figure II.3	Schéma de disque	23
Figure II.4	Schéma de microphone.....	24
Figure II.5	Schéma de carte son.....	24

Figure II.6	Schéma du logiciel Adobe Audition1.5 (anciennement cool Edit Pro).....	27
Figure III.1	Représentation d'un ensemble de réalisations.....	30
Figure III.2	Schéma de la FFT(fast Fourier transformée) et de bruit de l'eau	31
Figure III.3	Schéma de la FFT(fast Fourier transformée) et de bruit de lait	32
Figure III.4	Schéma de la FFT(fast Fourier transformée) et de bruit de café	33
Figure III.5	Schéma de la convolution de bruit de l'eau.....	34
Figure III.6	Schéma de la convolution de bruit de lait	35
Figure III.7	Schéma de la convolution de bruit de café.....	36
Figure III.8	Turbulence au cours de temps en trois fluide (l'eau ,lait, café)..	37

LISTE DE TABLEAUX

TableauI.1	Fréquence centrales normalisées des bandes de tiers d'octave et des bandes d'octave (ligne du milieu).toutes les valeurs sont en hertz (HZ).....	11
TableauII.1	Les caractéristiques de l'eau.....	20
TableauII.2	Les caractéristiques de lait.....	21

Résumé

Le bruit est un élément fondamental, inhérent à tout mouvement d'un fluide. Dans le présent travail, la notion de bruit est approchée de point de vue acoustique (caractérisation d'un phénomène physique : convection naturelle turbulente dans divers milieux fluides). La convection naturelle turbulente fournit un exemple de production sonore mêlant sons complexes périodiques et non périodiques. Elle est constituée de sons voisés, sons périodiques, et de sons non voisés .

Les conséquences de ce phénomène sont des niveaux de bruit et de vibration pouvant dépasser les valeurs admissibles. L'objectif de ce mémoire est d'étudier le bruit généré sur la base d'expérimentations afin de proposer des outils de compréhension et de prédiction. Un résultat de présent travail correspond à l'identification expérimentale des conditions d'amplification acoustique au niveau de fluide mis en convection naturelle turbulente, phénomène nécessaire au débordement de certain fluide (lait, café...).

Mots clés : instabilitéthermo convective, bruit, siffement.

Abstract

Noise is a fundamental element, inherent to any movement of a fluid. In the present work, the notion of noise is approached from an acoustic point of view (characterization of a physical phenomenon: turbulent natural convection in various fluid media), turbulent natural convection provides an example of sound production mixing periodic complex sounds Voiced sounds, periodic sounds, and undefeated sounds.

The consequences of this phenomenon are levels of noise and vibration that may exceed the permissible values. The aim of this thesis is to study the noise generated on the basis of experiments in order to propose understanding and prediction.

The resultant of the job is to define experimental to condition auditory maximum on rate liquid,turbulent natural convection providesis inessential phenomenon to some liquid (milk,coffee).

خلاصة

الضجيج هو عنصر أساسي ملازم لحركة المائعفي هذا العمل مفهوم الضجيج مقرب إلى الجانب السمعي (خصائص الظاهرة الفيزيائية: الحمل الحراري الطبيعي المضطرب في مختلف الموائع). الحمل الطبيعي المضطرب يوفر مثال على إنتاج الصوت بين اصوات دورية وغير دورية. عواقب هذه الظاهرة هي مستويات الضوضاء والاهتزاز التي يمكن أن تتجاوز القيم المسموح بها. والهدف من هذه المذكرة هو دراسة الضجيج الناتج على القاعدة التجريبية لاقتراح أدوات الفهم والتنبؤ. الحمل، نتيجة تقديم العمل موافق للتعريف التجريبي لشروط التضخيم السمعي على مستوى المائع الطبيعي اضطراب، هو ظاهرة ضرورية لبعض الموائع (الحليب، القهوة).

Introduction

générale

INTRODUCTION GENERALE

Les bruits sont des événements acoustiques non périodiques et composés de nombreuses fréquences non harmoniques, c'est-à-dire de fréquences qui ne sont pas dans un rapport entier entre elles. Une hauteur de son ne peut être indiquée. Exemples : bruit d'une cascade ou d'un marteau-piqueur.

La génération de bruit dans les écoulements concerne les instruments de musique à vent [1], le bruit de jet des réacteurs d'avion [2] ainsi que le bruit dans les conduites [3, 4,5] transportant un gaz ou un liquide. L'analyse de ces phénomènes relève du domaine de l'aéroacoustique, qui étudie la génération du son par les écoulements turbulents, la propagation acoustique dans les fluides en mouvement et la rétroaction du champ acoustique sur l'écoulement.

Dans le contexte de la production d'énergie, l'intérêt d'étudier les phénomènes aéroacoustiques en écoulement confiné est clairement identifié. Les centrales électriques sont en effet composées de différents circuits transportant des gaz et des liquides. Le contrôle et la surveillance des écoulements au sein de ces tuyauteries nécessitent le montage de différents organes de robinetteries. La présence de ces obstacles dans l'écoulement engendre des zones de turbulence, sources de bruit et de vibration. Les niveaux acoustiques et vibratoires résultants [6,7] peuvent dépasser les seuils de tolérance fixés, pour la protection des travailleurs et pour la tenue des matériels. Ces phénomènes peuvent ainsi nécessiter l'arrêt de l'installation. Des outils de compréhension, de prédiction et de contrôle des phénomènes responsables de ces gênes sont donc recherchés.

Le bruit est le phénomène sonore le plus représenté dans le monde. Il est à la fois présent dans les sons de l'environnement (naturels, urbains, domestiques, humains), dans les différentes formes de communication sonore (humaine et animale) et dans les sons destinés à la musique (sons vocaux, instrumentaux, synthétiques). Le bruit se propage dans tous les milieux (gazeux, liquide, solide) et sur toute l'étendue des fréquences, des infrasons aux ultrasons en passant par toute la zone de fréquences audibles par l'oreille humaine (20 Hz-20 kHz).

Dans son usage courant, il est synonyme de nuisance sonore (tapage, tintamarre, vacarme). Mais sa polysémie s'étend à des significations telles que rumeur (bruit qui court), invasion (bruits de botte), retentissement (faire grand bruit), etc. Synonyme d'aléatoire, de parasitage, perturbation ou dégradation de l'information, le bruit devient instrument de mesure en physique, en astronomie, en électronique ou en cardiologie.

Le présent manuscrit est divisé en trois chapitres. Le premier chapitre se propose d'introduire les concepts fondamentaux utilisés au cours d'une analyse d'un bruit. Au cours du deuxième chapitre, la conception hardware du système d'expérimentation est exposée. Le troisième chapitre décrit les essais réalisés dans le cadre de cette étude. Les différentes mesures entreprises ont pour but d'explorer les paramètres contrôlant les caractéristiques du bruit généré pour chaque type de fluide testé.

(1) Les sons naturels de l'océan sont pléthoriques, des fréquences les plus graves (moins d'un 1 Hz) provoquées par les glissements de terrain et les tremblements de terre jusqu'aux fréquences les plus aiguës (plus de 300 kHz) provoquées par les sifflements, grincements, crépitements, grognements des crustacés, des poissons et des baleines.

Chapitre I

Introduction sur le
bruit en écoulement

I.1. Introduction

Le développement de la convection naturelle turbulente au sein d'un fluide confiné est susceptible de générer différents types de bruits. Bruit de turbulence, bruit de cavitation et sifflement sont les trois phénomènes relevés en conditions industrielles. Bien que seul le bruit de turbulence soit étudié dans ce travail, une brève introduction des deux autres types de bruit est donnée.

La turbulence engendrée par la présence de la convection naturelle est responsable d'un bruit large bande. Ce bruit est la conséquence de plusieurs sources causées par l'interaction de tourbillons ou l'impact d'un tourbillon sur une paroi. Ces deux phénomènes engendrent une fluctuation de pression qui résulte en une onde acoustique large bande, le bruit de turbulence [8,9].

Le bruit de cavitation est observé exclusivement dans le cas d'un liquide. En aval du diaphragme, l'accélération du fluide au niveau de la vena contracta implique une chute de pression importante, inférieure à celle provoquée par la perte de charge créée par le diaphragme. Lorsque cette pression est plus faible que la pression de vapeur saturante du fluide, des bulles de vapeur sont générées. Le phénomène de cavitation correspond à l'implosion de ces bulles. Selon le régime de cavitation, le bruit de cavitation mesuré est exclusivement large bande ou il peut être associé à un sifflement [10].

Le dernier type de bruit relevé dans le cas de diaphragme en conduit est le sifflement. Deux éléments sont nécessaires à la génération d'un tel phénomène, une amplification et une rétroaction. Ainsi, en un point ou dans une zone du domaine, les ondes acoustiques peuvent être amplifiées. La présence de conditions de réflexion suffisamment importantes redirigent ces ondes vers la zone d'amplification. Une boucle de rétroaction est alors créée à l'intérieur de laquelle un accroissement infini des perturbations initiales a lieu. En réalité cet accroissement ne peut pas être infini et la génération d'oscillations auto-entretenues s'accompagne toujours de phénomènes de saturation non linéaire [11] fixant les caractéristiques du sifflement résultant. La génération d'un sifflement est bien documenté dans la littérature, le lecteur peut se référer aux références [11,12,13] pour une présentation plus détaillée.

I. 2. Notions de base d'acoustique

Définitions

L'Association française de normalisation (AFNOR)[14] a homologué deux définitions du bruit. L'une est physique : « Vibration acoustique erratique, intermittente ou statistiquement aléatoire »[15], l'autre se place du point de vue des effets que le bruit produit sur l'homme : « Toute sensation auditive désagréable ou gênante »[16]. Chacune de ces définitions se fonde sur une dimension spécifique du son, respectivement le contenu spectral et l'intensité.

Dans le présent travail, on s'intéressera que de la première définition.

I.2.a. Le bruit comme phénomène spectral

Définition du bruit en acoustique

Avant de définir les attributs physiques du bruit, nous allons brièvement rappeler quelques notions d'acoustique⁽¹⁾. Le son est la conséquence du mouvement des particules d'un milieu élastique (gazeux, liquide ou solide). Dans l'air, un objet en vibration régulière, comme une corde pincée, crée une succession de compressions et de dilatations des particules. Les couches d'air successives sont comprimées et décomprimées à mesure que l'onde s'éloigne de la source perturbatrice. La perturbation se propage de proche en proche sous forme d'une onde de pression : une onde sonore. Lorsqu'un mouvement se reproduit identique à lui-même, on dit qu'il est périodique.

On représente ce mouvement en fonction du temps par une courbe sinusoïdale. Une oscillation complète (un cycle) est définie par sa période (la durée en seconde d'un cycle), son amplitude (l'élongation maximale du cycle à partir de sa position de repos, ce qui correspond à l'intensité du son), sa fréquence (le nombre de cycles par seconde, ce qui correspond à la hauteur du son) et sa phase. Un mouvement périodique simple, représenté par une courbe sinusoïdale, est qualifié de son « pur ».

⁽¹⁾Sur l'acoustique musicale et le bruit traité d'un point de vue acoustique voir par exemple : Michel Bruneau, Manuel d'Acoustique Fondamentale, Paris, Hermès, 1998 ; Neville H. Fletcher et Thomas D. Rossing, The Physics of Musical Instruments, 2e éd., New York, Springer, 1998 ; Pierre Liénard, Acoustique physique et perceptive, Paris, Eyrolles, 1983 ; Émile Leipp, Acoustique et musique, Paris, Masson, 1996 ; Thomas D. Rossing, Richard F. Moore et Paul Wheeler, The Science of Sound, San Francisco, Addison & Wesley, 2002.

générateurs de sons ou des logiciels de synthèse ⁽²⁾. Les sons de l'environnement (naturel, domestique ou urbain), les sons produits par le corps humain, les sons instrumentaux, sont toujours des mouvements périodiques complexes⁽³⁾.

Selon le théorème de Fourier, toute onde complexe peut se décomposer en une somme de mouvements périodiques simples. Lorsque les fréquences des composantes sont des multiples entiers du son fondamental, le son complexe est périodique. La forme de l'onde complexe se répète périodiquement. À l'inverse, lorsque les fréquences des sinusoïdes ne sont pas des multiples entiers du son fondamental, le son complexe est qualifié de non périodique. Les voyelles du langage parlé ou la plupart des instruments de musique produisent des sons complexes périodiques⁽⁴⁾.

Les bruits appartiennent en revanche à la catégorie des sons complexes non périodiques. D'un point de vue acoustique, on définit donc le bruit comme un son complexe non périodique.

Un son complexe est composé d'une somme de mouvements simples (sinusoïdes) dont la décomposition en composantes est appelée spectre. Lorsque ces mouvements simples sont des multiples entiers du fondamental, on les nomme des harmoniques, dans le cas inverse, on les nomme des partiels. Tous les harmoniques d'une fréquence fondamentale ne possèdent pas la même énergie (amplitude). C'est ce qui produit les différences de timbre entre les sons. Un son complexe peut être composé d'un très grand nombre d'harmoniques, mais l'oreille humaine étant limitée à environ 20 000 Hz, seules les premières composantes du spectre ont un rôle dans la détermination du timbre. On peut produire une infinité de formes d'onde en modulant le nombre et l'amplitude des harmoniques.

Il existe des formes d'onde « typiques » comme l'onde carrée, l'onde triangulaire et l'onde en dents-de-scie (figures 1 et 2)⁽⁵⁾ qui sont à la base de nombreux sons instrumentaux et que l'on retrouve dans les synthétiseurs.

⁽²⁾Il existe des sons quasi sinusoïdaux comme, par exemple, ceux produits par un diapason ou par une flûte dans le registre grave à faible intensité.

⁽³⁾En acoustique, tout mouvement qui n'est pas « simple » est considéré comme « complexe » ; dès qu'un son est constitué d'au moins deux composantes, il est qualifié de « complexe ».

⁽⁴⁾Dans la réalité, les sons instrumentaux possèdent un certain degré d'inharmonicité, lorsque les composantes du spectre ne sont pas des multiples entiers du son fondamental. Le piano est légèrement inharmonique comparativement à la cloche qui présente une forte inharmonicité.

⁽⁵⁾L'onde carrée est constituée de l'addition de l'infinité des harmoniques de rang impair, l'amplitude de chaque harmonique étant inversement proportionnelle au rang. L'onde triangulaire est constituée de l'addition de l'infinité des harmoniques de rang pair, l'amplitude de chaque harmonique étant inversement proportionnelle au rang.

L'onde en dents-de-scie est constituée de l'addition de l'infinité des harmoniques de tout rang, l'amplitude de chaque harmonique étant inversement proportionnelle au rang.

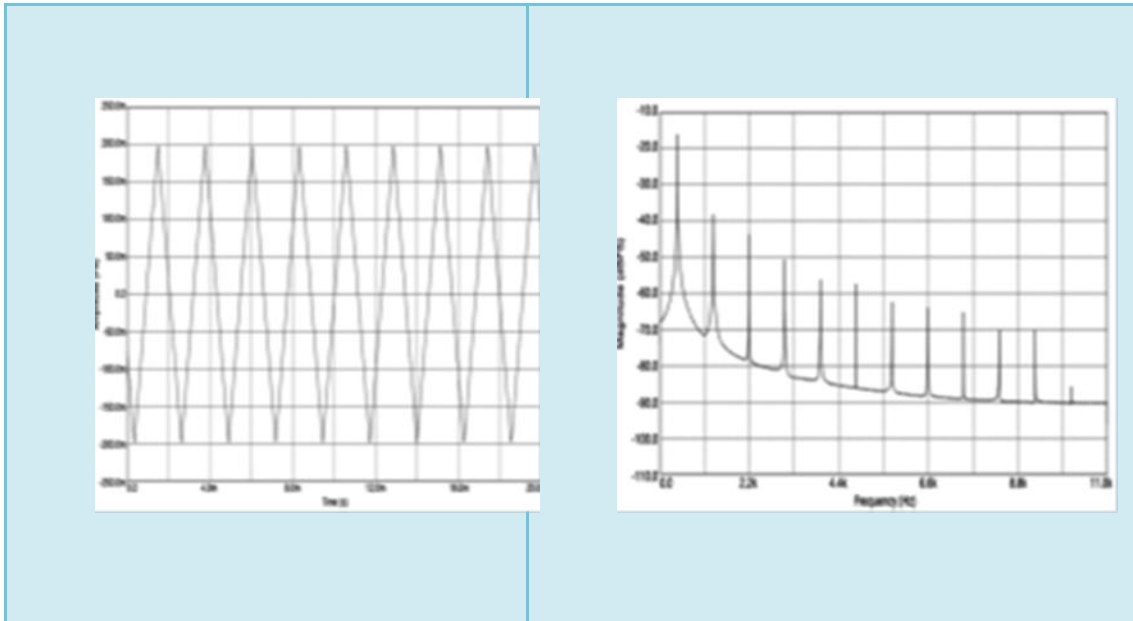


Figure I.1 : Onde triangulaire 440 Hz (forme d'onde à gauche, FFT à droite)

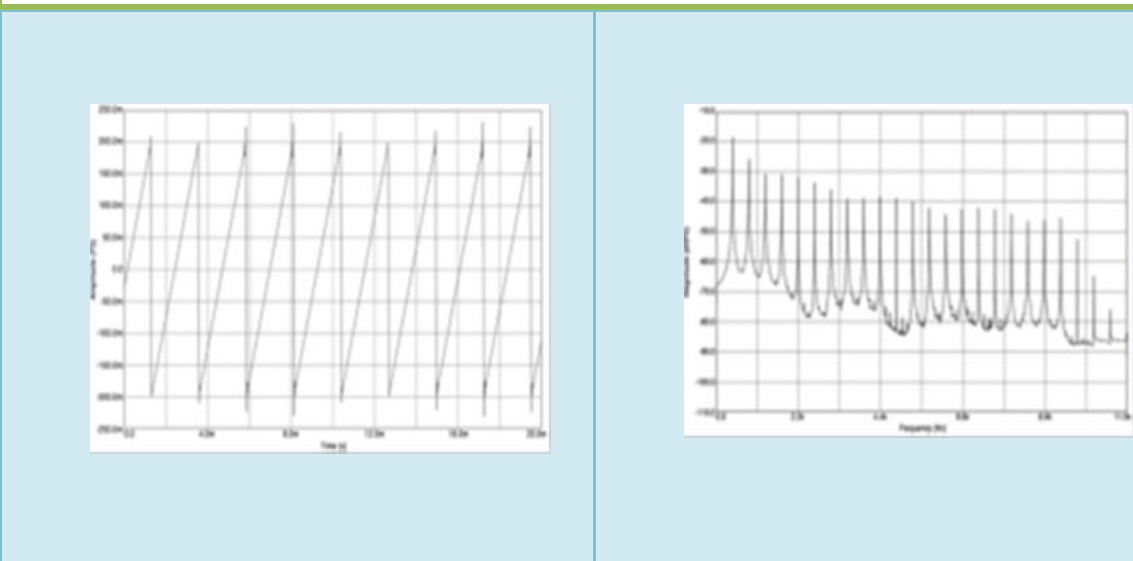


Figure I.2 : Onde en dents-de-scie 440 Hz (forme d'onde à gauche, FFT à droite)[17]

I.3. Différents signaux de bruit

Un bruit est composé d'une multitude de partiels dont les fréquences, les amplitudes et les phases varient de façon aléatoire. Un souffle continu ou une chute d'eau appartiennent à la catégorie des sons complexes apériodiques, ils ont un signal aléatoire.

Comme il existe des formes d'onde « typiques », les acousticiens ont défini des bruits « typiques », qui sont qualifiés de bruits « colorés » : bruit blanc, bruit rose et bruit brun.

Le bruit blanc (Figure 3) est un signal aléatoire non corrélé. Sa densité spectrale de puissance (PSD) est constante. On l'appelle blanc, en comparaison avec la lumière blanche, car dans les deux cas, toutes les fréquences sont présentes avec un poids équivalent (l'énergie est distribuée uniformément sur tout le spectre). Cependant, il n'existe, dans la réalité, que des bruits blancs limités à une bande de fréquence. Le bruit rose (Figure 4) possède une « couleur » plus sombre, car l'énergie est plutôt distribuée dans les fréquences moyennes et graves.

Le bruit brun est encore plus « sombre » que le bruit rose⁽⁶⁾. Les bruits colorés sont employés – spécialement le bruit rose car il se rapproche de la sensibilité de l'oreille humaine – pour mesurer la réponse fréquentielle de transducteurs électroacoustiques (microphone, enceintes) ou pour mesurer les caractéristiques acoustiques d'une salle⁽⁷⁾.

Le bruit blanc est un élément important en synthèse sonore. Il peut être utilisé en tant que tel, filtré afin de créer des bruits « colorés » (par exemple pour simuler des instruments à percussion), ou encore ajouté à des sons complexes périodiques (pour simuler les transitoires d'attaque).

⁽⁶⁾La PSD d'un bruit est proportionnelle à $1/f^\beta$ où $\beta = 0$ pour le bruit blanc, $\beta = 1$ pour le bruit rose et $\beta = 2$ pour le bruit brun.

⁽⁷⁾Un haut-parleur émet un bruit rose dans une salle. Un microphone enregistre le signal reçu. Le spectre mesuré permet de connaître les fréquences atténuées afin de les corriger via un égaliseur.

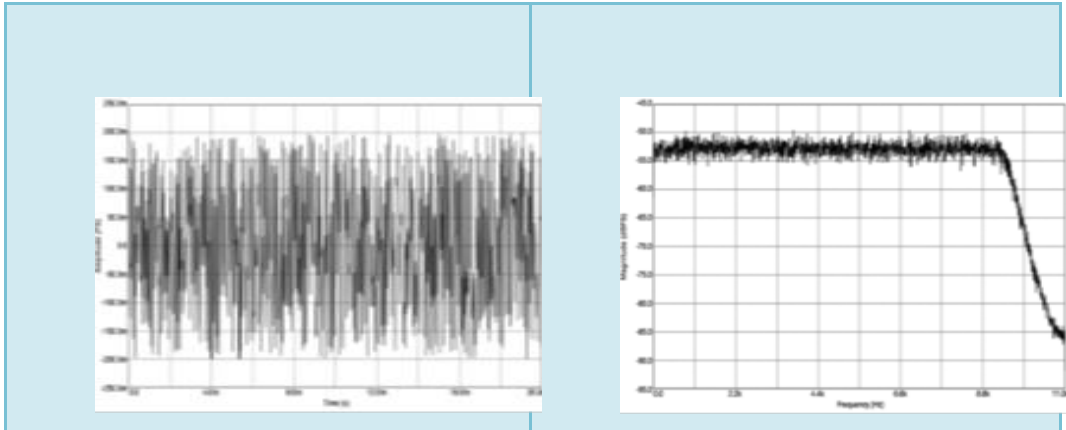


Figure I.3 : Bruit blanc (forme d'onde à gauche, FFT à droite)

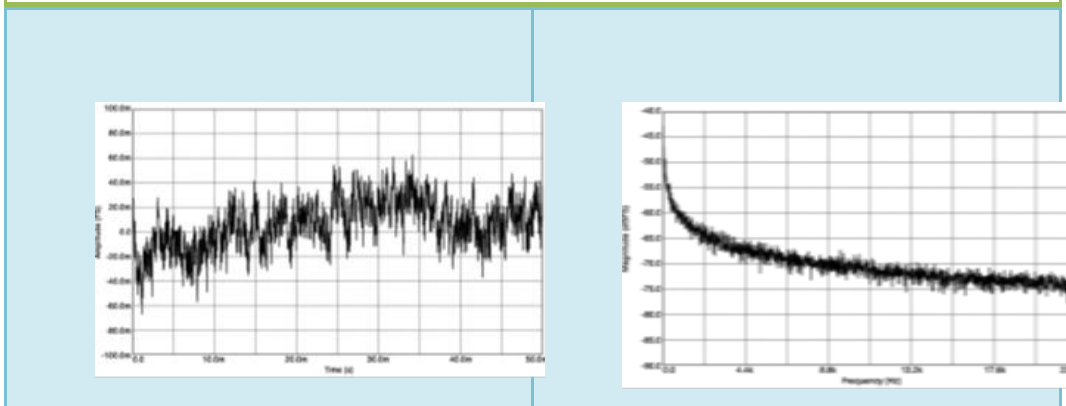


Figure I. 4. Bruit rose (forme d'onde à gauche, FFT à droite)[18]

On distingue généralement deux types de bruits : les bruits impulsionnels et les bruits continus⁽⁸⁾. Les bruits impulsionnels sont caractérisés par la présence d'un pic très élevé et par une durée très brève. Ils résultent soit d'impacts plus ou moins rapprochés entre deux solides (bruits de marteau-piqueur, machine à écrire, cyclomoteur, etc.), soit d'un changement brusque de la pression en milieu aérien (coup de feu, explosion, etc.).

Les formes d'onde de ces deux types de bruits impulsionnels se distinguent essentiellement par la forme de l'amortissement qui suit l'impact. L'amortissement est plus long dans le deuxième cas. Les bruits continus sont des phénomènes vibratoires complexes apériodiques de longue durée. Ils sont caractérisés par la densité et la répartition des composantes spectrales, ainsi que par la répartition de l'énergie.

⁸Voir à ce sujet : Marie-Claire Botte et René Chocholle, Le bruit, Paris, P.U.F., Coll. Que sais-je ?, 1984.

I.4. Bruit et périodicité

Dans la réalité, les sons complexes sont souvent constitués d'un mélange d'harmoniques et de partiels. Ainsi, le bruit produit par les appareils électroménagers n'est pas totalement aperiodique, il contient des fréquences clairement identifiables. Par ailleurs, la sensation de hauteur ne provient pas toujours d'une composante fréquentielle présente dans le spectre. La sensation de hauteur peut apparaître dans un bruit gelé. Un bruit gelé est un très court fragment de bruit mis en boucle. Gutmann et Julesz⁽⁹⁾ ont montré que si la période de la boucle ne dépasse pas 200 ms, une sensation de hauteur tonale est induite chez l'auditeur. Si l'on soumet un bruit blanc à une modulation périodique d'amplitude, le stimulus obtenu ne diffère pas spectrale ment d'un bruit blanc non modulé. Néanmoins, une sensation de hauteur tonale est provoquée par un tel stimulus, celle-ci étant corrélée à la fréquence de modulation. Ceci explique pourquoi il est possible d'entendre une hauteur à l'écoute d'un moteur d'automobile. La périodicité du moteur en action lui confère une hauteur tonale. Harris⁽¹⁰⁾ et Pollack⁽¹¹⁾ ont demandé à des sujets d'apparier ces stimulus à des sons purs de différentes fréquences.

Ils ont obtenu des ajustements précis pour des fréquences de modulation comprises entre 20 et 1000 Hz. D'autres expériences⁽¹²⁾ ont confirmé qu'une sensation de hauteur tonale peut émerger d'un bruit sans pour autant qu'il y ait de périodicité dans le domaine spectral. Un autre phénomène intéressant se produit à l'arrêt d'un bruit blanc entendu pendant quelques minutes. Il s'agit d'un bruit blanc dont on a supprimé une bande de fréquences d'au moins un tiers d'octave. À l'arrêt du stimulus, le sujet perçoit une hauteur « fantôme » dont le fondamental correspond à la fréquence centrale de la bande filtrée.

La parole fournit un exemple de production sonore mêlant sons complexes périodiques et non périodiques. Elle est constituée de sons voisés, sons périodiques, et de sons non voisés, des bruits produits par l'action de l'air sur les parois de l'appareil vocal à la suite d'une constriction ou d'une occlusion. La voix parlée combine donc des voyelles caractérisées par un spectre harmonique, des consonnes plosives proches des bruits impulsionsnels et des consonnes sifflantes ou chuintantes proches de bruits blancs continus.

⁽⁹⁾Newman Guttman et BelaJulesz, « Lower limits of auditory periodicity analysis », Journal of the Acoustical Society of America, n°35, 1963, p. 610.

⁽¹⁰⁾Gerard G. Harris, « Periodicity perception by using gated noise », Journal of the Acoustical Society of America, n°35, 1963, pp. 1229-1233

⁽¹¹⁾Irwin Pollack, « Periodicity Pitch for interrupted white noise: fact or artifact? », Journal of the Acoustical Society of America, n°45, 1969, pp. 237-238.

⁽¹²⁾Pour une revue complète sur le sujet, voir Laurent Demany, « Perception de la hauteur tonale », in Marie-Claire Botte, Georges Canévet, Laurent Demany, Christel Saurin, Psychoacoustique et perception auditive, Paris, Les éditions INSERM, 1989, pp. 43-81.

Certains sons, comme les consonnes sonores [z] couplent son voisé et bruit. Ainsi, la différence entre [s] et [z] provient non pas d'une différence d'articulation, mais de

l'association, dans le deuxième cas, de composantes périodiques et non périodiques. Les consonnes ont un rôle particulièrement important dans la chaîne de communication verbale. Elles apportent des modifications (appelées des transitions) au spectre des voyelles qui les précèdent et qui les suivent. Ce sont en fait des portions de formant qui s'infléchissent vers le haut ou vers le bas. L'identification des sons de parole ne repose pas uniquement sur l'identification des unités phonologiques discrètes, mais, particulièrement pour les occlusives, sur le repérage d'éléments de transition.

Bien que le contenu harmonique (l'enveloppe spectrale) d'un son complexe apporte des informations essentielles sur le timbre, il ne suffit pas à le caractériser. La particularité du timbre d'un violon, d'un clavecin ou d'un basson se fonde également sur les transitoires et sur d'autres phénomènes comme le flux spectral et la brillance).

Les transitoires sont des variations du spectre qui interviennent à l'attaque et à l'extinction du son pendant une très brève période de temps (au plus quelques centaines de millisecondes). Ils sont liés au mode d'excitation de l'instrument, à la nature des matériaux et à la structure du corps de l'instrument. Les transitoires apportent richesse et complexité au son de l'instrument. A contrario, un son périodique sans transitoires semble pauvre et peu musical. Les transitoires d'attaque sont caractéristiques du mode d'excitation de l'instrument : frottement de l'archet sur la corde, souffle qui pénètre dans l'embouchure, bruit de clé, choc du marteau sur la corde, etc. (Figure 5). Ce sont de véritables signatures qui permettent, souvent mieux que le contenu spectral, de reconnaître l'instrument.

Le rôle perceptif des transitoires d'attaque a été mis en évidence par de nombreuses études. Les travaux de Grey et Moirer [19], notamment, ont précisé les facteurs déterminants dans la discrimination des timbres isolés, par ordre d'importance décroissant, les informations présentes dans l'attaque, puis celles relatives à l'enveloppe spectrale et au flux spectral. Le bruit est donc un élément fondamental, inhérent à tout son vocal ou instrumental. Il est donc vain de tracer une frontière étanche entre les sons « musicaux » et les bruits.

Exemple 5. Sonagrammes d'un violon jouant un si³ et d'une flûte traversière jouant un ré[#]4 sfz.

I.5. Analyse spectrales

Le domaine des fréquences audibles est souvent subdivisé en plusieurs bandes de fréquences pour chacune desquelles on détermine le niveau de pression acoustique. L'analyse spectrale est par exemple nécessaire pour tenir compte des paramètres dépendants de la fréquence (p. ex. l'absorption acoustique) ou pour estimer la perception de l'oreille humaine qui effectue elle-même une analyse spectrale.

L'analyse spectrale usuelle en acoustique s'effectue par bandes de fréquence dont la largeur augmente proportionnellement à la fréquence centrale de la bande. En revanche, les analyses par bandes étroites ou de Fourier s'effectuent dans une largeur de bande constante.

Pour les analyses sommaires, on travaille avec des bandes d'octave dont les fréquences centrales s'obtiennent par division ou multiplication par deux de la fréquence de référence de 1000 Hz selon la norme CEI 225: . . . 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16 000, etc

Pour réaliser des analyses plus précises, on divise chaque bande d'octave en trois bandes de tiers d'octave dont les fréquences centrales sont indiquées dans la norme CEI 225 (voir tableau 1.1).

25	50	100	200	400	800	1600	3150	6300	12500
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
40	80	160	315	630	1250	2500	5000	10000	20000

Tableau I.1: fréquences centrales normalisées des bandes de tiers d'octave et des bandes d'octave (ligne du milieu). Toutes les valeurs sont en hertz (Hz) [20]

Les analyses spectrales sont le plus souvent représentées sous forme de diagrammes en bâtons (figure 1. 5). L'axe horizontal indique les fréquences centrales des bandes et l'axe vertical le niveau sonore dans la bande de fréquence correspondante.

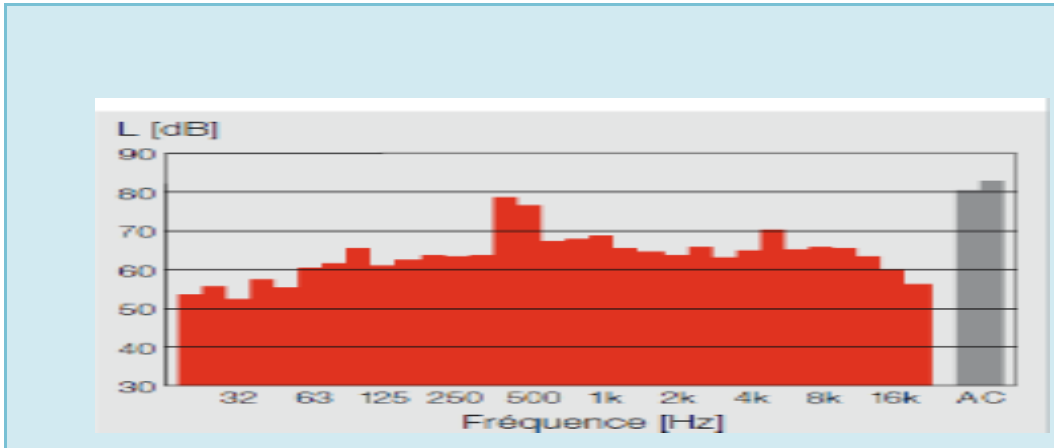


Figure I.5: analyse par tiers d'octave de 20 Hz à 20 kHz [21]

I.6. Signaux acoustiques

I.2.6. Son pur, son composé et bruit

Le son pur, le son composé et le bruit diffèrent par la composante spectrale du signal (figure 1.6).

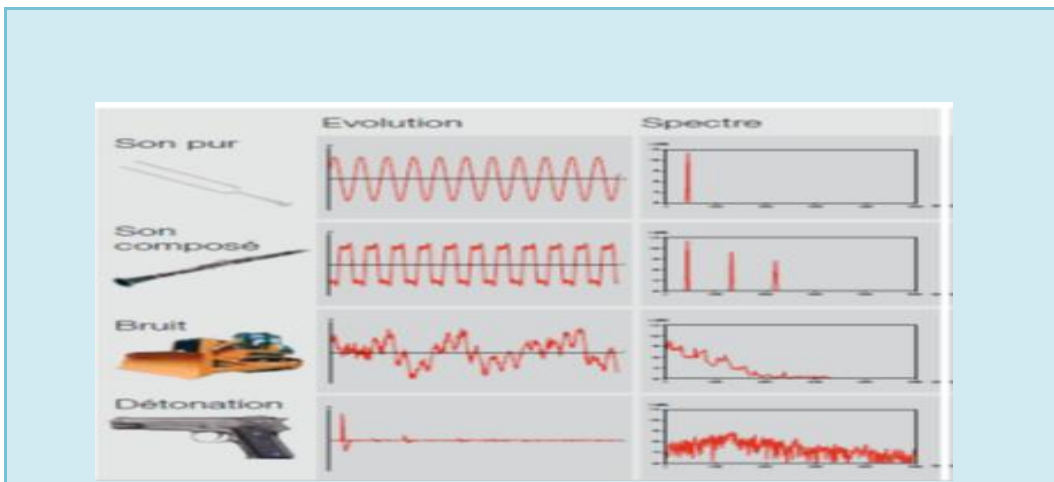


Figure I.6 : son pur, son composé, bruit et détonation[22]

Un son pur est une vibration acoustique sinusoïdale, c'est-à-dire composée d'une seule fréquence, comme par exemple le son du diapason, la tonalité du téléphone ou le son de la flûte (très près d'un son pur).

Le son composé contient un son fondamental et des harmoniques, à savoir des multiples entiers de la fréquence fondamentale. Ces harmoniques déterminent le timbre. Exemples: violon ou instruments à vent.

Les bruits sont des événements acoustiques non périodiques et composés de nombreuses fréquences non harmoniques, c'est-à-dire de fréquences qui ne sont pas dans un rapport entier entre elles. Une hauteur de son ne peut être indiquée. Exemples: bruit d'une cascade ou d'un marteau-piqueur. On utilise souvent dans les mesures acoustiques le «bruit rose» comme signal de mesure. Ce bruit se caractérise par un niveau sonore constant dans toutes les bandes d'octave et présente donc un spectre linéaire.

En revanche, le niveau sonore d'un «bruit blanc» augmente de 3 dB par octave en fonction de la fréquence (figure I.7)

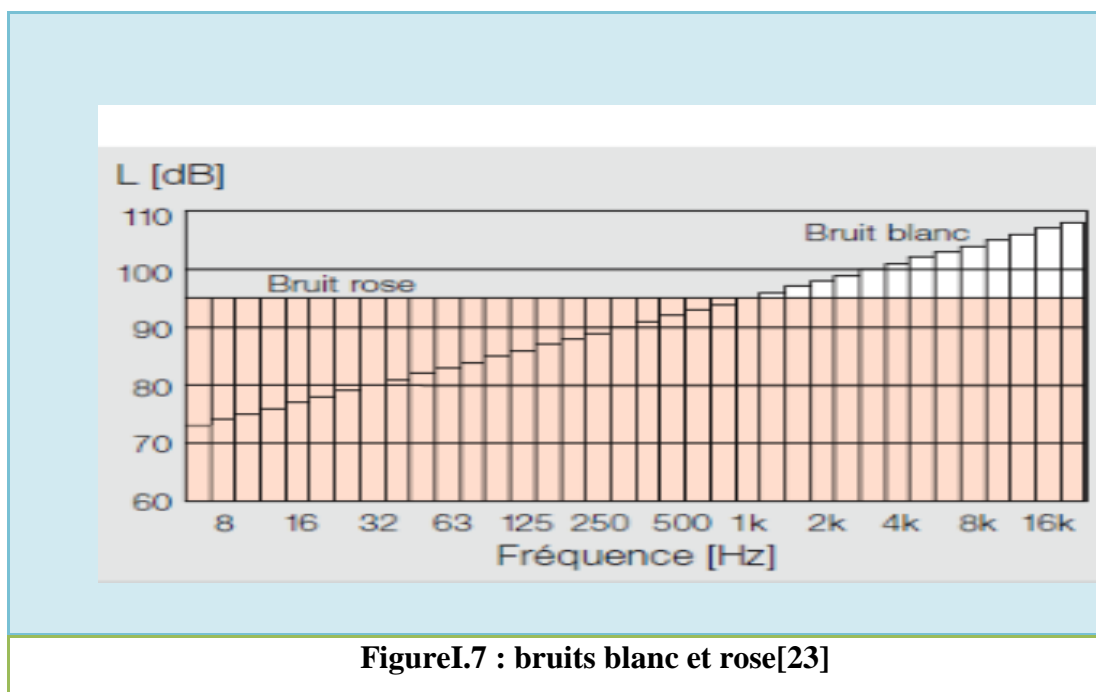
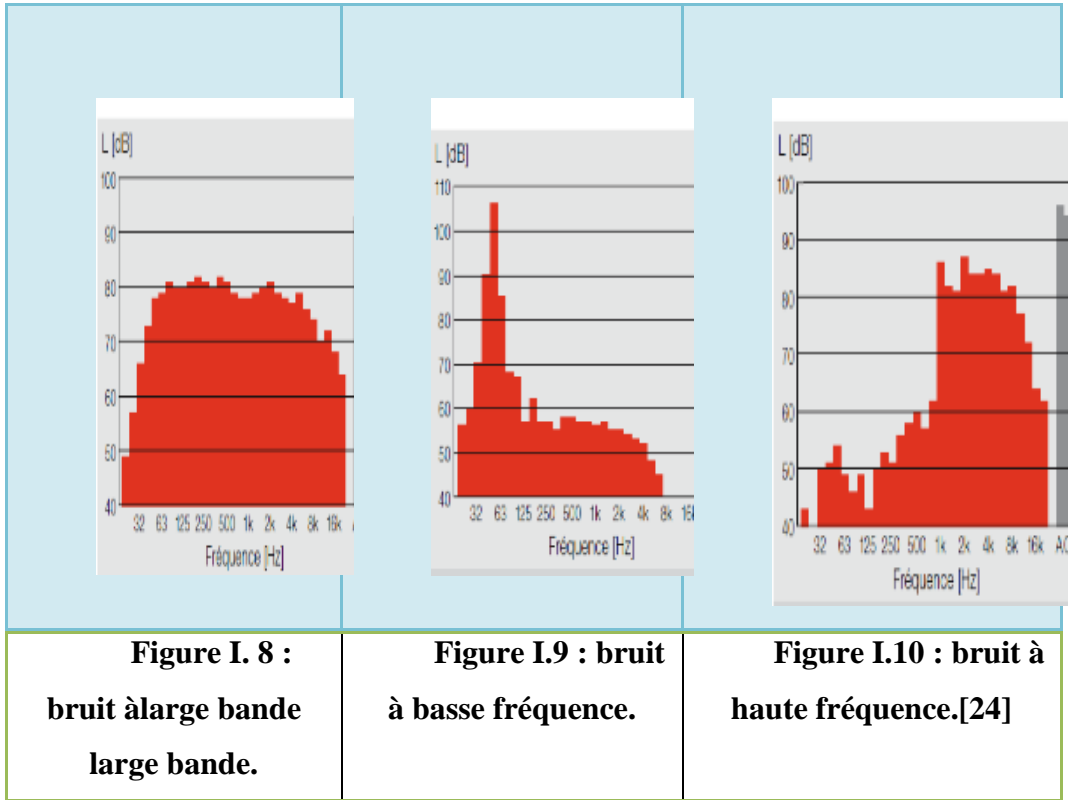


Figure I.7 : bruits blanc et rose[23]

Il existe, en fonction du spectre, des bruits à large bande, à haute et basse fréquence.



I.7. Technique de mesure du bruit

I.7.a. Objectif des mesures du bruit

Les mesures de bruit servent à évaluer de façon objective une situation acoustique. Le résultat doit être reproductible, indépendamment de l'instrument de mesure utilisé et de la personne ayant effectué les mesures. A cette fin, il existe diverses normes internationales relatives aux instruments et aux méthodes de mesure.

Les mesures d'immission sonore concernent les effets du bruit en un lieu donné ou sur une personne, c'est-à-dire les effets relatifs à l'auditeur (voir figure 45). Pour effectuer de telles mesures, on utilise un microphone en remplacement de l'oreille humaine. Les caractéristiques de cette dernière sont simulées par des moyens techniques, notamment par la pondération des différentes fréquences et la pondération temporelle du signal acoustique.

La dangerosité pour le système auditif dépend de l'énergie acoustique perçue. C'est pour cette raison que l'on cherche à déterminer le niveau sonore, dont l'énergie est représentative de l'exposition globale au bruit: c'est le niveau de pression acoustique continu équivalent L_{eq} .

Les mesures d'émission sonore concernent la source en tant que telle. Il s'agit par exemple de déterminer la puissance acoustique émise par une machine pour la déclaration du niveau sonore.

Les mesures portant sur les sources de bruit, en général au moyen d'une analyse spectrale, constituent la base de la lutte technique contre le bruit.

I.7.b. Composants des instruments de mesure

Les composants des instruments de mesure sont décrits ci-après sur la base de l'exemple d'un sonomètre intégrateur (figure 1.9). Le microphone de mesure réagit largement indépendamment de la direction. Il fournit une tension électrique proportionnelle à la pression acoustique. Généralement, on utilise des microphones à condensateur d'un diamètre d'un demi pouce (12,7 mm), possédant une sensibilité de quelque 50 mV/Pa et une courbe de réponse (en champ libre avec une incidence frontale) allant jusqu'à 10 ou 20 kHz, soit pré polarisés (microphones à électret) soit avec polarisation externe de 200 volts. Pour les utilisations spéciales (niveau, fréquence assez élevés), on recourt à des microphones plus petits ou assez insensibles. Les données types des microphones de mesure courants figurent au tableau 1.1 on trouve à proximité du microphone un convertisseur d'impédance (préamplificateur). Il arrive souvent qu'on branche une rallonge entre le préamplificateur et le sonomètre.

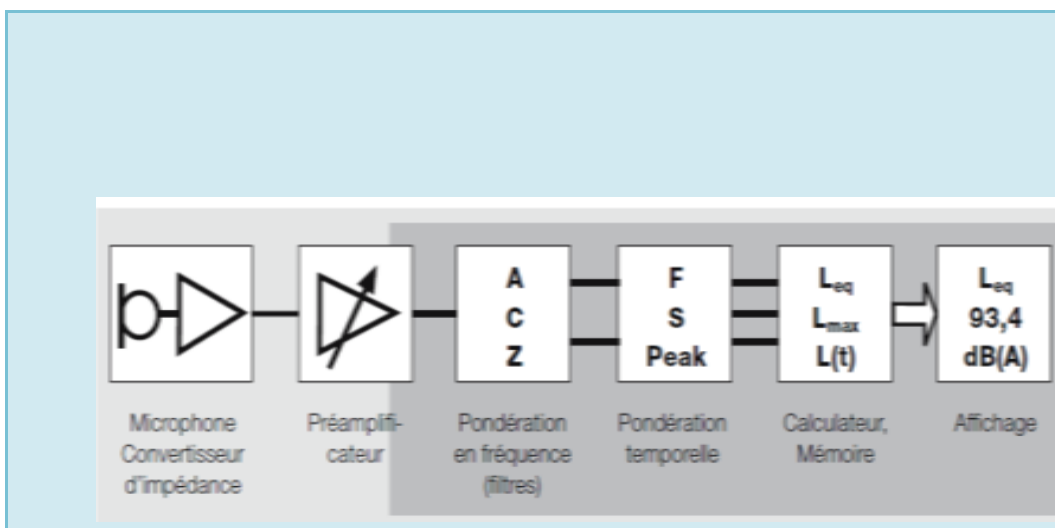


Figure I. 11 : composition basique d'un sonomètre intégrateur. Les instruments récents permettent souvent d'utiliser en même temps plusieurs pondérations en fréquence et en temps. Les fonctions en gris sont à présent souvent numériques [25]

La constante de temps, ou pondération temporelle, détermine la réaction de l'affichage aux changements de niveaux. On utilise une moyenne dynamique, c'est-à-dire qui néglige progressivement les valeurs les plus anciennes. Les constantes de temps normalisées au niveau international sont énumérées au tableau I.1.

La constante de temps Slow atténue les variations de niveau, ce qui en facilite la lecture, contrairement à l'affichage en position Fast qui suit aux variations du signal (figure 9). Il existe aussi une constante de temps bien plus courte, appelée Impulse, créée pour reproduire la perception de l'intensité sonore, ce que Fast permet cependant de mieux restituer.

Il est à noter que la constante Impulse n'est proposée qu'en option sur certains instruments de mesure et n'est pas utilisée en Suisse. La descente de l'affichage est ralentie de manière importante. Pour un signal oscillant, on obtient avec cette constante des valeurs plus élevées qu'avec Fast ou Slow.

On a créé la constante de temps Peak pour pouvoir déterminer la valeur de crête de la pression acoustique. Elle se caractérise par un temps de montée extrêmement bref de quelques microsecondes. Pour un signal sinusoïdal constant (son étalon), on obtient un résultat identique avec les constantes Slow, Fast et Impulse. En revanche, le niveau Peak donne une valeur supérieure de 3 dB, équivalent à la différence entre la valeur de crête et la valeur efficace. Lors de mesures du bruit aux postes de travail, l'évolution temporelle du niveau Fast ou Slow est rarement analysée, contrairement à leurs maximum et minimum.

Selon les instruments, l'affichage va de 20 à 100 dB (appareils numériques). Les instruments les plus utilisés ont un affichage à cristaux liquides. Ils donnent parfois simultanément le niveau moyen (affichage numérique), le niveau instantané (sous forme de barres ou de colonnes), le niveau maximal ainsi que d'autres données.

Les interfaces numériques et analogiques permettent la transmission des données à une imprimante ou à un ordinateur, le raccordement d'un écran vidéo ou d'ordinateur ou de commander l'instrument au moyen d'un ordinateur.

L'ordinateur calcule et mémorise toutes les valeurs de mesure, pilote et surveille l'instrument de mesure. Le traitement du signal (p. ex. analyse spectrale et temporelle) s'effectue de plus en plus au moyen de processeurs numériques de signaux.

I.7.c. Instruments de mesure et d'analyse du bruit aux postes de travail

Le sonomètre est l'instrument le plus important pour les mesures courantes du bruit. On peut trouver des modèles simples (figure 10) à partir de 50 francs (!), mais ces instruments ne satisfont pas aux normes et ne devraient servir qu'à des mesures indicatives.

Pour un instrument professionnel simple (classe 2 selon EN 61672), il faut compter environ 1000 francs. Pour un modèle intégrateur, l'ordre de prix est de 2000 francs.

L'instrument de mesure idéal aux postes de travail est le sonomètre intégrateur (figure I.12)

Il existe aussi des modèles meilleur marché non homologués internationalement, mais donnant des résultats assez fiables.



Figure I.12: sonomètre intégrateur bon marché[26]

I.7.d. Conseils pratiques pour les mesures de bruit

Pour bien préparer une mesure du bruit, il convient de se poser les questions suivantes:

- Quel est l'objectif de la mesure à effectuer?
- Quelles données sont nécessaires?
- Comment faut-il analyser les données récoltées et sur quels critères faut-il les comparer?
- Quelles sont les normes à utiliser?
- Quelle importance à la mesure? S'agit-il d'une expertise, d'un contrôle ou d'une simple estimation? Une seule mesure suffit-elle ou en faut-il plusieurs?
- Quels sont les événements sonores (domaine des niveaux sonores, domaine de fréquence, évolution temporelle?)
- Le champ d'application des instruments de mesure définie dans le mode d'emploi est-il respecté?
- Quelles sont les influences parasites (vent, réflexions, autres sources sonores, températures extrêmes?)

Avant de procéder à la mesure, il convient de vérifier tous les instruments, leurs réglages ainsi que l'état de leurs piles. L'étalonnage à l'aide d'un calibreur qui permet de contrôler toute la chaîne de mesure, y compris le microphone, doit être préféré à l'utilisation d'un signal électrique de référence, car ce dernier ne permet pas de contrôler l'ensemble de la chaîne de mesure.

1.8 Conclusion

L'explication théorique du bruit en convection naturelle turbulente a été décrit au cours de ce chapitre .l'objectif de ce chapitre est de comprendre le bruit.

Chapitre II

hardware du banc d'essai

II. 1.Introduction

En vue de procéder à l'identification d'événements sonores, à la documentation ou à des analyses ultérieures en laboratoire, des appareils de mesure récents permettent d'enregistrer un signal sonore capté par un microphone, dans sa globalité ou par exemple à partir d'une valeur seuil déterminée. Les données, non compressées si elles sont enregistrées en format wav et PCM ou compressées si c'est un format MP3 ou wma par exemple, sont stockées sur une carte mémoire intégrée comme le cas des sonomètres. Elles peuvent être récupérées par exemple via USB.

Au cours de cette section, le dispositif expérimental utilisé lors des mesures est présenté. Chaque élément est introduit.

II..2. Description du banc d'essai

La figure II.1 présente un schéma du dispositif expérimental .

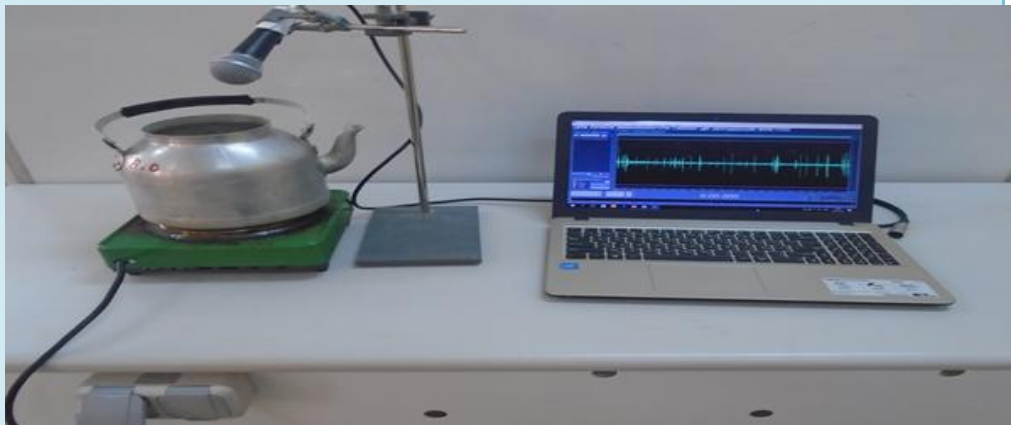


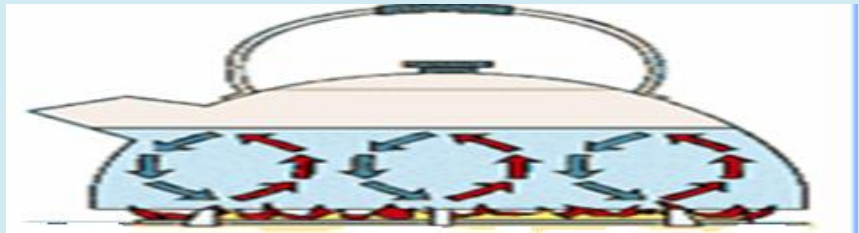
Fig. II.1: Schéma du dispositif expérimental

II.3.conception du système

II.3.1matiere de traitement

II.3.1.1chaudron

Récipient plus petit que la chaudière, généralement en cuivre ou en fonte, à anse, destiné aux usages domestiques, à la cuisine en particulier, et parfois à la fabrication de certains produits.



FigureII.2:schéma de chaudron

II.3.1.2 l'eau

L'eau est un corps chimique composé minéral des éléments oxygène et hydrogène, de formule chimique H_2O très stable qui est parfois considéré comme ubiquitaire, sur la Terre et dans l'air humide qui peut l'environner. Elle est essentielle pour tous les organismes vivants connus. C'est un constituant biologique important. Sa présence jugée abondante a été aussi reconnue à l'état condensé sur pléthore d'objets célestes.

Dans cette première annexe, nous donnons les valeurs des grandeurs caractéristiques de l'eau en fonction de la température. Ainsi dans le tableau suivant sont résumées toutes ces grandeurs[27].

COMPOSITION MOYENNE (mg/l)		معدل التركيب (مغ/ل)	
Calcium (Ca^{++})	68	كالكسيوم	
Magnesium (Mg^{++})	50	مغنيسيوم	
Sodium (Na^+)	38	صوديوم	
Potassium (K^+)	02	بوتاسيوم	
Chlorures (Cl^-)	81	كلوروز	
Bicarbonates (HCO_3^-)	376	بيكربونات	
Sulfates (SO_4^-)	65	سلفات	
Nitrates (NO_3^-)	15	نترات	
Nitrite (NO_2^-)	Absence	نيتريت	
Ph	7.5		
Résidu à sec 180°C	478 mg/l	بقايا جافة	

tableau II.1.caractéristiques de l'eau

II.3.1.3lait

Le lait est un liquide biologique comestible généralement de couleur blanchâtre produit par les glandes mammaires des mammifères femelles. Riche en lactose, il est la principale source de nutriments pour les jeunes mammifères avant qu'ils puissent digérer d'autres types d'aliments. Le lait en début de lactation contient le colostrum, qui porte les anticorps de la mère afin de réduire le risque de nombreuses maladies chez le nouveau-né. Il contient également de nombreux autres nutriments.

INFORMATIONS NUTRITIONNELLES	Par100g	%des AJR*
Energie		
KJ	2080	(8%)
Kcal	497	(8%)
Protéines(g)	27.7	(15%)
Glucides(g)	37.63	(5%)
Lipides(g)	26(minimum)	(13%)
Matière minérale totale dont calcium(mg)	6 1030	39%
Vitamine A(µg)	560	24%
Vitamine D(µg)	15	48%



Tableau 2.2: les caractéristiques de lait.

- Le lait entier en poudre contient au minimum 34g de protéines de lait dans 100g d'extrait sec dégraissé.

- AJR: apport journalier recommandé.

II.3.1.4 le café



Figure II.3: caractéristique de café

II.3.1.5 disque

La plupart des écoulements réels sont des écoulements turbulents qui se développent sur des surfaces rugueuses. La rugosité d'une surface non seulement augmente le frottement à la paroi mais elle a une influence importante sur le transport de quantité de mouvement, de masse et de chaleur dans l'écoulement. Pour cette raison, l'effet de la rugosité dans la structure de la couche limite turbulente a été étudié de façon intensive depuis la moitié du XIX^{ème} siècle, mais ces écoulements restent parmi les phénomènes les moins bien compris de la physique classique [28].

La rugosité d'une surface fut identifiée comme un paramètre important de la mécanique des fluides dès le XIX^{ème} siècle par Darcy et Fanning [29]. On peut trouver des descriptions détaillées sur ce sujet dans [30]. Dans ces travaux, la rugosité d'une surface est considérée comme une répartition gaussienne et complètement désordonnée, due aux irrégularités dans l'état de surface d'un certain matériau. Ces éléments rugueux augmentent la contrainte de cisaillement du fluide, parce qu'ils agissent comme des générateurs de vortex artificiels qui affectent le mouvement turbulent en proche paroi. Il est accepté que l'influence directe de la rugosité se fait sentir seulement très près de la paroi, et qu'un peu plus loin, dans la région développée, l'écoulement est indépendant de la rugosité.

A l'heure actuelle des techniques nouvelles permettent de contrôler l'état de surface d'un solide jusqu'au nanomètre. D'autre part, l'approche usuelle pour étudier l'interaction entre l'écoulement et la rugosité est essentiellement bidimensionnelle :

un élément rugueux d'une surface solide, un pic ou une vallée par exemple, interagit avec ou génère, seulement des tourbillons de même taille. Cette affirmation peut être correcte pour certains cas de rugosité, comme dans les travaux de Nikuradse.

où la rugosité est essentiellement isotrope et gaussienne. Cependant, la disposition ordonnée et tridimensionnelle d'un motif rugueux semble importante si l'on veut créer ou contrôler les structures qui peuvent apparaître dans la sous-couche visqueuse .

Dans cette section on présente de façon résumée un type de surface rugueuse caractéristique qui fera l'objet de nombreux tests en convection naturelle turbulente. Il s'agit d'un disque rainuré avec des canaux circulaires, chaque deux micro-ailette forme un canal comme s'est illustré dans la figure14. Ces surfaces ont la caractéristique d'apporter une augmentation du transfert thermique.

Les applications sont nombreuses, avec un exemple clair portant sur le futur de la micro fluidique. La tendance à la miniaturisation continue, et une compréhension et expérimentation de ces types de phénomènes seront demandées. Aussi, la miniaturisation en microélectronique doit accompagner le développement des microsystèmes thermiques, pour un contrôle efficace de la température opérationnelle des microcircuits [31].



FigureII.4:schéma de disque.

II.3.2. Microphone

Le microphone est un microphone à condensateur à polarisation externe et est alimenté par la chaîne de conditionnement composé d'un préamplificateur puis d'un conditionneur/amplificateur. Les signaux récupérés en sortie des amplificateurs sont finalement envoyés vers un système d'acquisition et de traitement de son représenté par le système software



FigureII.5:schéma de microphone

II.3.3carte son

La carte son permet de gérer les entrées (microphone, ligne) et les sorties (vers les hauts parleurs) de votre ordinateur. Elle comporte un processeur chargé de tous les traitements numériques du son.[32]



FigureII.6:schéma de carte son

II.4. logiciel de traitement (Adobe Audition 1.5)

est un logiciel de manipulation de données audio numériques, édité par Adobe Systèmes. À l'origine, Cool Edit Pro était un produit de la société Syntrillium Software. Les dernières versions de Cool Edit Pro étaient 2.0 et 2.1. Il fut racheté en mai 2003 par Adobe, qui le rebaptisa Adobe Audition avant de le mettre sur le

marché en août de la même année, dans le cadre du Adobe Créative Suite Production Studio.

C'est un logiciel de traitement de signal audio aux formats courants, tels que le .wav et le .mp3 entre autres.

Il comporte un module multipistes (128 pistes), permettant de mixer plusieurs flux audio, ces flux pouvant être lus directement à leurs différents formats d'origine — y compris, pour l'interface multipistes, en .mid ou .midi.

En revanche, Audition ne crée pas, ne sauvegarde pas au format .mid ; il ne peut que lire ce format particulier, ceux qu'il traite complètement étant de type forme d'onde (wave), qu'ils soient compressés (.mp3, .wma) ou non (.wav)

Le logiciel comporte un module sur round, à savoir de traitement de flux audio en mode multicanaux 5.1. Ce module ne produit pas de fichiers au format Dolby Sur round - AC3, mais permet de préparer les multiples canaux qui composent ces fichiers. Il reste alors à les réunir en fichiers AC3 avec un logiciel de création de flux sur round.

Comme l'interface principale, celle du module multipistes autorise la capture, c'est-à-dire la numérisation en temps réel (à la volée : on the fly) d'un flux audio entrant dans l'ordinateur par l'entrée bleue Line in ou Audio in de la carte son, ou par l'entrée rose (Microphone), ou diffusé par un autre logiciel, voire par un site Web. Quant à ses autres fonctions, elles sont très nombreuses.

Par l'entrée Line in, il s'agit de son en provenance de tout appareil (en mode lecture) : magnétophone, magnétoscope, lecteur CD ou de DVD, baladeur numérique ou analogique, caméscope, etc.

Audition comporte un module de gravure de CD au format Audio classique (74 et 80 min), dit CD-A ou CD-DA, mais le graveur Nero est généralement plus approprié. Il permet aussi de copier de contenu (.wav) des CD Audio, bien que, là encore, il vaille a priori mieux utiliser un spécialiste de cette sorte de copie (dite rip ou ripping) tel que CD ex ou EAC Exact Audio Copy, ces derniers offrant des options de réparation (ou tentative) en cas d'erreurs de lecture, de rayures...

En revanche, Audition est tout indiqué pour la préparation de fichiers audio (44,1 kHz 16 bits stéréo) impeccables, en vue de graver des CD Audio classiques de qualité professionnelle. Par clic bouton droit souris sur la règle, en bas du champ où s'affiche la forme d'onde (le fichier ouvert), ses options Display Time Format - Compact Disc 75 fps et Snap to Frames (Always) doivent être sélectionnées, afin d'obtenir des fichiers très sérieusement préparés, c'est-à-dire sans parasites (bruits de clics etc.)

Il se trouve que le format spécifique nécessaire à la gravure de CD-A ou CD-DA requiert des coupes effectuées entre (et non pas sur) les frames (au nombre de 75 par seconde), pour un résultat techniquement parfait. Bref, ne vous contentez pas de livrer à votre graveur des fichiers .wav à la norme (obligatoire) 44 100 Hz 16 bits stéréo : encore faut-il les avoir découpés proprement.

En extraction, Audition permet aussi de récupérer (d'extraire) le flux audio ou bande son de fichiers vidéo (et même d'afficher un aperçu, d'une vidéo dont on veut extraire le son, à l'interface / module multipistes) ; ainsi que de lancer la conversion et l'encodage en série (batch), de fichiers audio multiples.

Avec Audition, on sauvegarde aussi les flux audio à divers autres formats, notamment le .mp3 (bien sûr) et le .wma de Microsoft, ainsi qu'à des formats moins courants, tels que le .mpa ou .mp2 (pour DVD...), ou encore le .ogg de Vorbis, etc. Quant aux formats .flac et (Monkey) .ape, ils permettent d'archiver l'audio sans aucune altération de qualité (contrairement aux .mp3, .wma, .ogg...), pour un poids de fichier environ deux fois moindre qu'en .wav. Ces formats compressés sans perte de qualité sont dits lossless, par opposition à lossy (avec altération).

On enrichit au besoin les capacités de sauvegarde à divers formats de Audition par des extensions ou plug-ins. Par exemple, l'encodeur .mp3 Lame_enc.dll est

reconnu donc exploité par Audition, et plus recommandé que le codec .mp3 livré en standard, et surtout, plus recommandé que le critiquable .mp3 pro...

Outre les classiques copier-coller et autres découpes, les filtrages et effets sont nombreux, dont les fondus de sortie et/ou d'entrée, l'égalisation (travail sur les fréquences, en l'occurrence très précis), les de layeffects dont la réverb. et autres échos (par exemple, le filtre Delay : Vocal Présence donne un effet stéréo à un flux mono préalablement converti en stéréo technique).

On peut toutefois lui reprocher de ne pas savoir découper les fichiers .mp3 sans les réencoder (au moment de sauvegarder les sections pratiquées, obtenues) et dans une moindre mesure, le fait qu'il n'ouvre pas plusieurs fichiers dans autant de fenêtres intégrées à l'interface principale, mais via son menu déroulant Windows - Switch To.... Il est cependant possible de lancer plusieurs fois le programme (donc plusieurs instances), pour afficher différents fichiers audio, chacun dans sa fenêtre — ce qui est moins recommandé (à tester) sous les versions 9.x (95 à Millennium) de Windows, que sous XP [33].



II.5 Conclusion

Après un rappel de la méthode de mesures, une description du banc d'essai a été donnée.

Au cours de ce chapitre nous allons illustrer les appareils et les matières utilisés en l'expérience et comment faire ces expériences.

chapitre III

**Détermination
expérimentale du
bruit sur le banc**

III. 1.Introduction

Une première étape dans l'analyse du bruit de turbulence consiste à caractériser le phénomène d'amplification acoustique dans le fluide en convection. La caractérisation des fréquences où une amplification acoustique peut intervenir permet de définir le potentiel de bruit. Les résultats des mesures et leur analyse sont présentés au cours de ce dernier chapitre.

III. 2.Considérations pratiques

Généralement on fait en sorte que les expériences produisent des signaux stationnaires. Pour cela, on force la stationnarité en maintenant constantes les conditions expérimentales. Mais il est des situations où cela n'est pas possible. Que la source du phénomène étudié dépende du temps ou qu'elle ne puisse être contrôlée par l'expérimentateur. Il est alors impossible de répéter les expériences. Et les analyses doivent se limiter à des portions de signal exploitables .

Par ailleurs, en pratique, le nombre N de mesures réalisables, i.e. la taille de l'ensemble des réalisations accessibles ainsi que la durée T des signaux mesurés sont toujours finis .

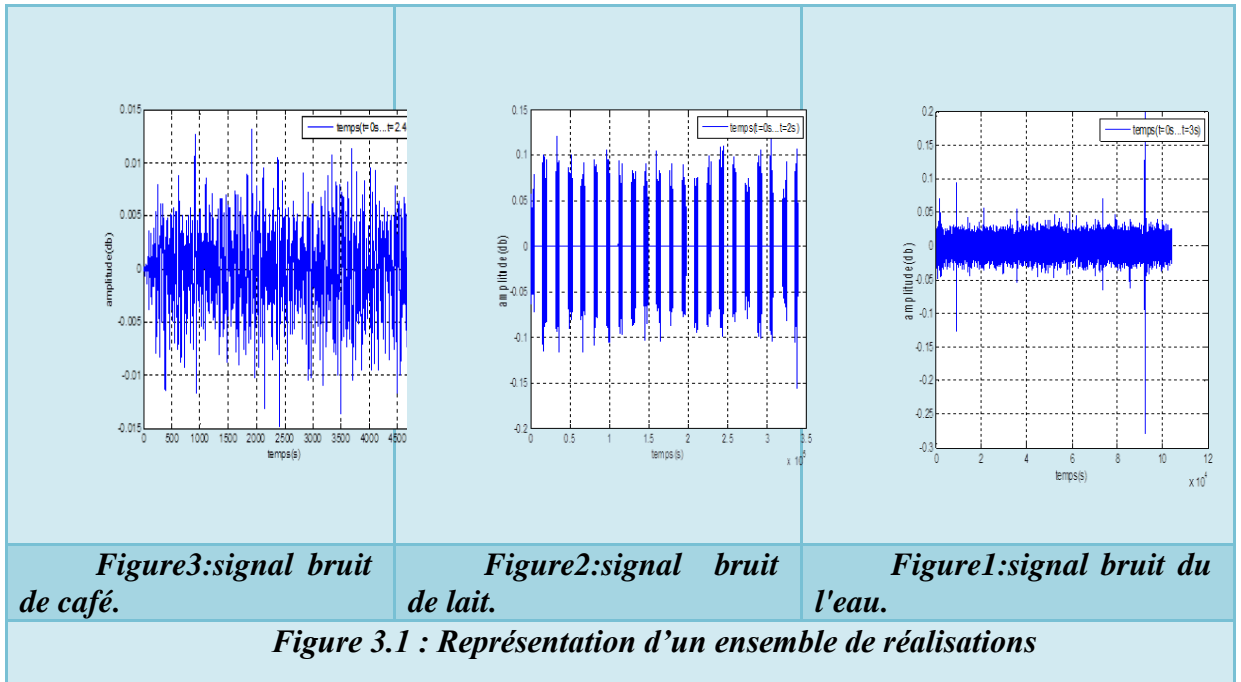
Les valeurs moyennes mesurées ne sont par conséquent que des estimations. Il n'est pas possible d'en obtenir la valeur exacte. Il faut garder à l'esprit ces erreurs d'évaluation. A ces erreurs statistiques, il faut ajouter celles liées à la mesure et issues des capteurs, du conditionnement des signaux, de la numérisation, etc.

III. 3.Caractéristiques moyennes du bruit enregistré

Le bruit enregistré est un phénomène physique ou processus ou encore le signal $x(t)$ qui le représente est considéré comme aléatoire lorsqu'un enregistrement à venir ne peut pas être prévu, même avec une erreur raisonnable. Pour ce type de signal, un enregistrement unique $x_i(t)$ pour une expérience donnée représente une seule réalisation des développements possibles .

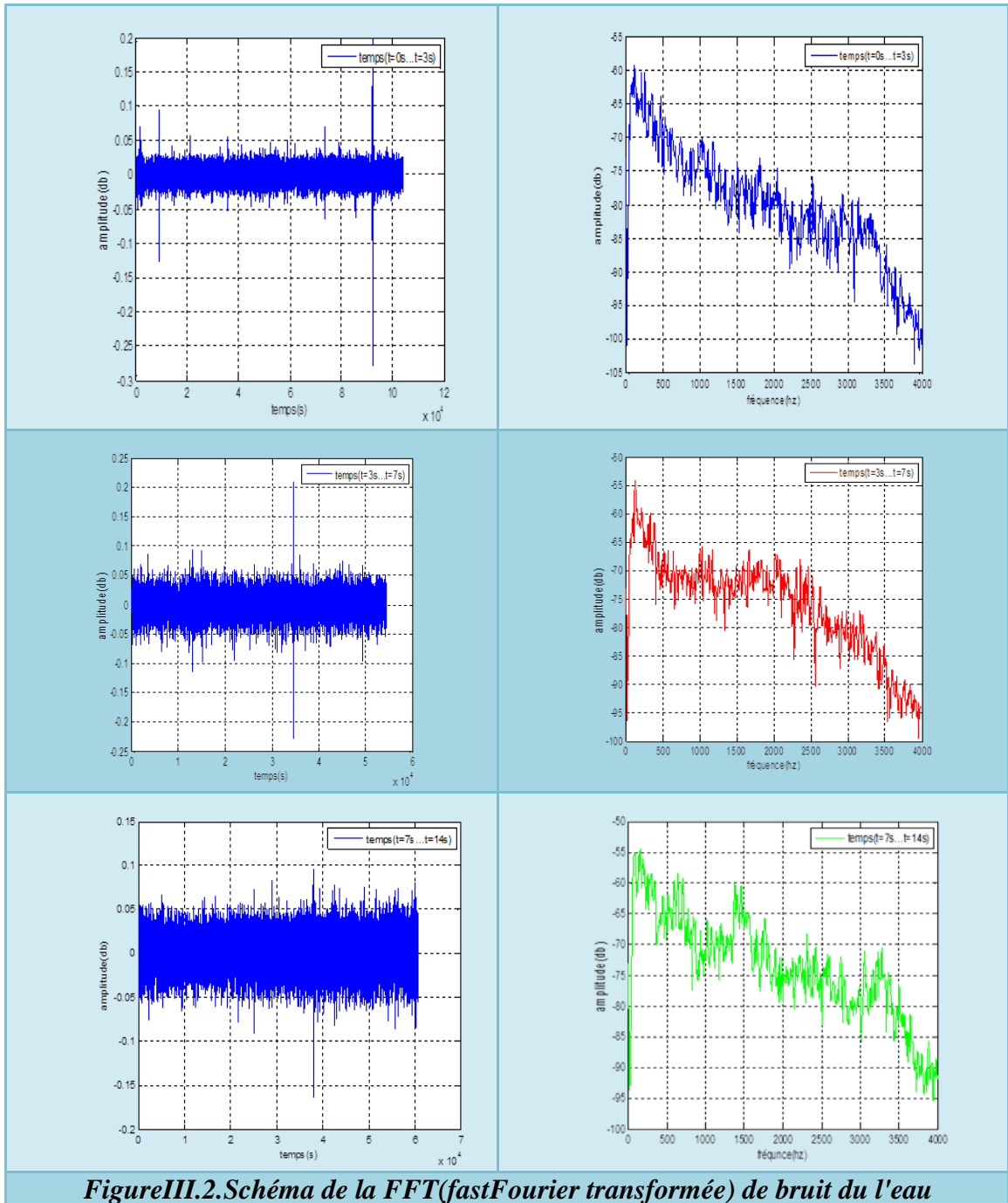
Pour avoir une connaissance complète du bruit engendré, il faudrait en théorie enregistrer toutes les réalisations possibles. On dit que le processus aléatoire $\{x(t)\}$ qui décrit le bruit induit de la convection naturelle est défini par l'ensemble des enregistrements $x_i(t)$.

Soit un ensemble d'enregistrements $\{x(t)\}$ décrivant le phénomène étudié. Les propriétés moyennes du signal peuvent être évaluées à n'importe quel instant t_1 du signal en faisant une moyenne sur l'ensemble des réalisations. On peut ainsi évaluer la valeur moyenne, la valeur quadratique moyenne (ou « carré moyen ») ou tout autre grandeur moyenne. Si ces valeurs moyennes sont invariantes en fonction de l'instant t_1 où elles sont calculées, alors on dit que le signal est stationnaire

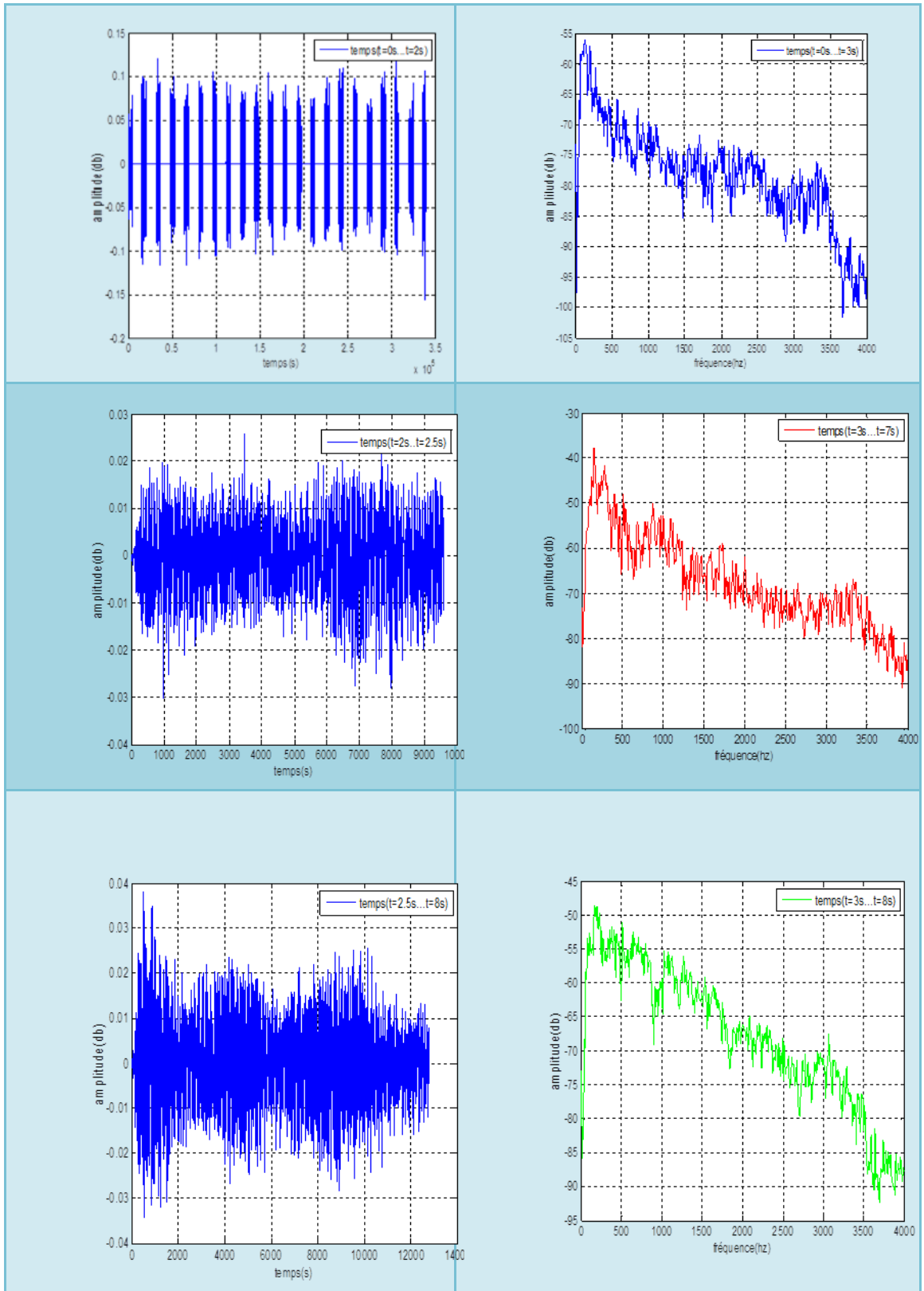


III. 4. transformée de Fourier

La transformée de Fourier est une généralisation des séries de Fourier pour tous types de signaux. Pour développer la transformée de Fourier, nous avons que l'idée principale est de tendre la période T d'un signal périodique vers l'infini. En insérant cette condition dans la série de Fourier, on obtient la relation suivante concernant la transformée de Fourier d'un signal apériodique.



FigureIII.2.Schéma de la FFT(fastFourier transformée) de bruit du l'eau



figureIII.3.Schéma de la FFT(fast Fourier transformée) de bruit de lait

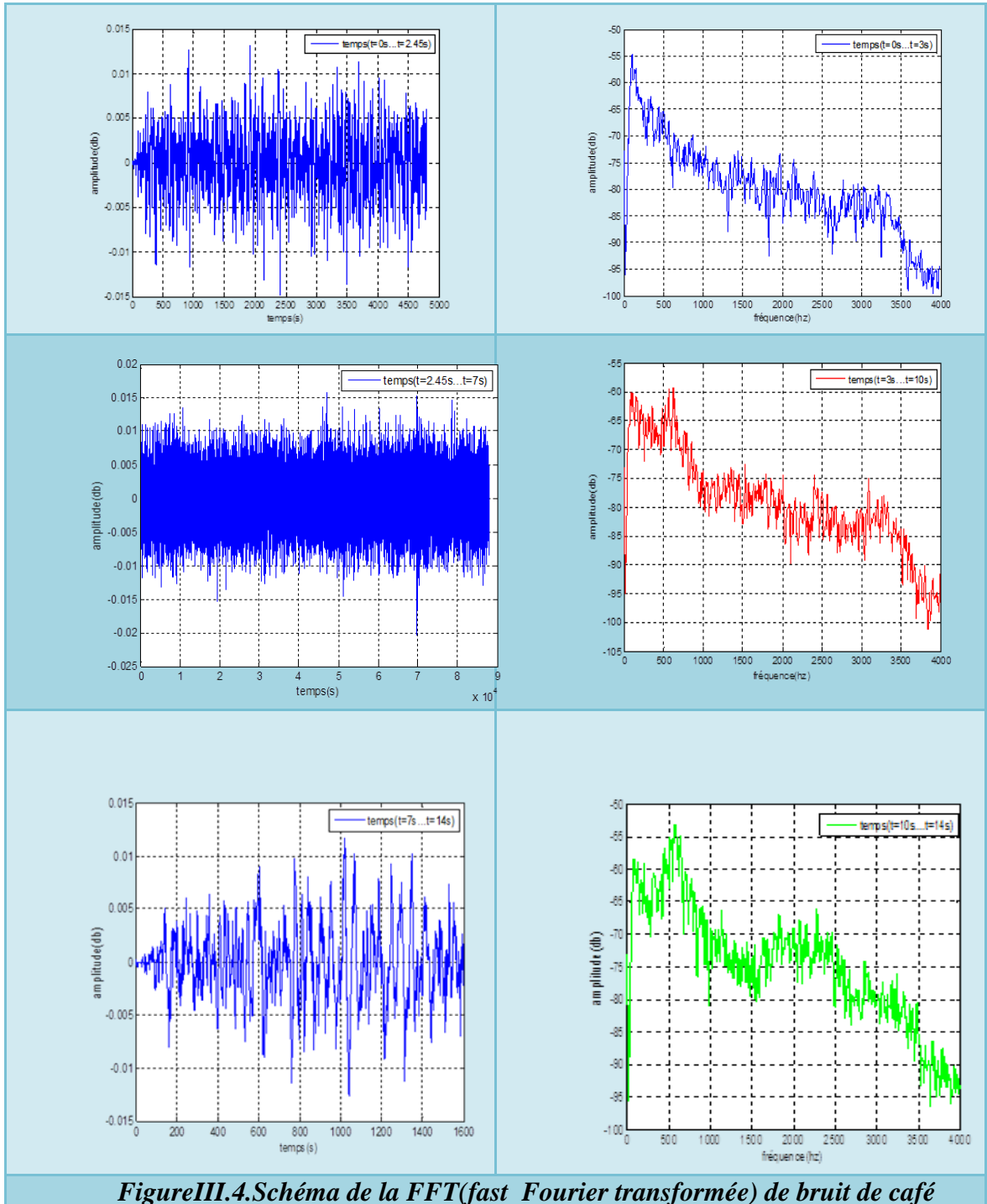
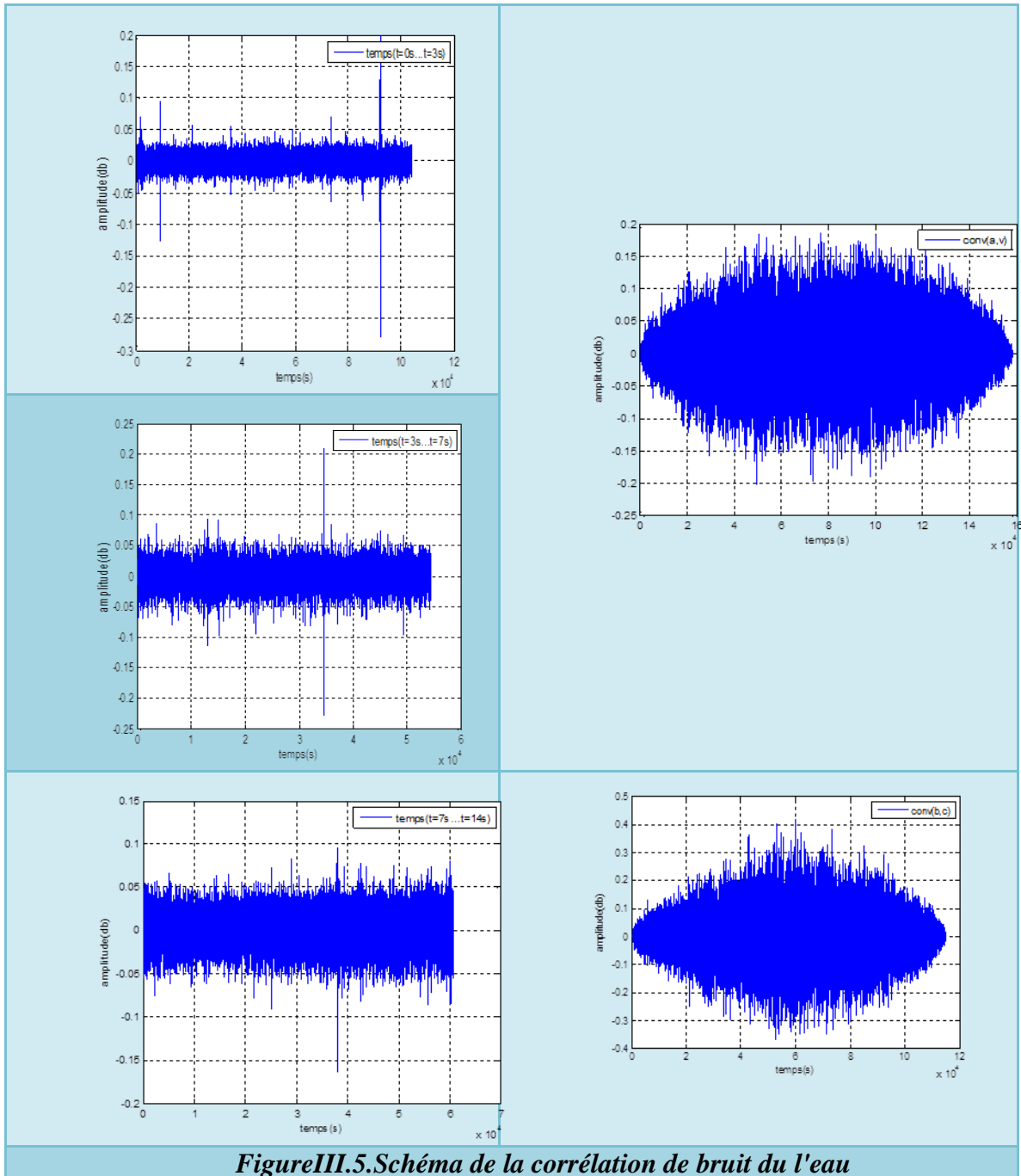
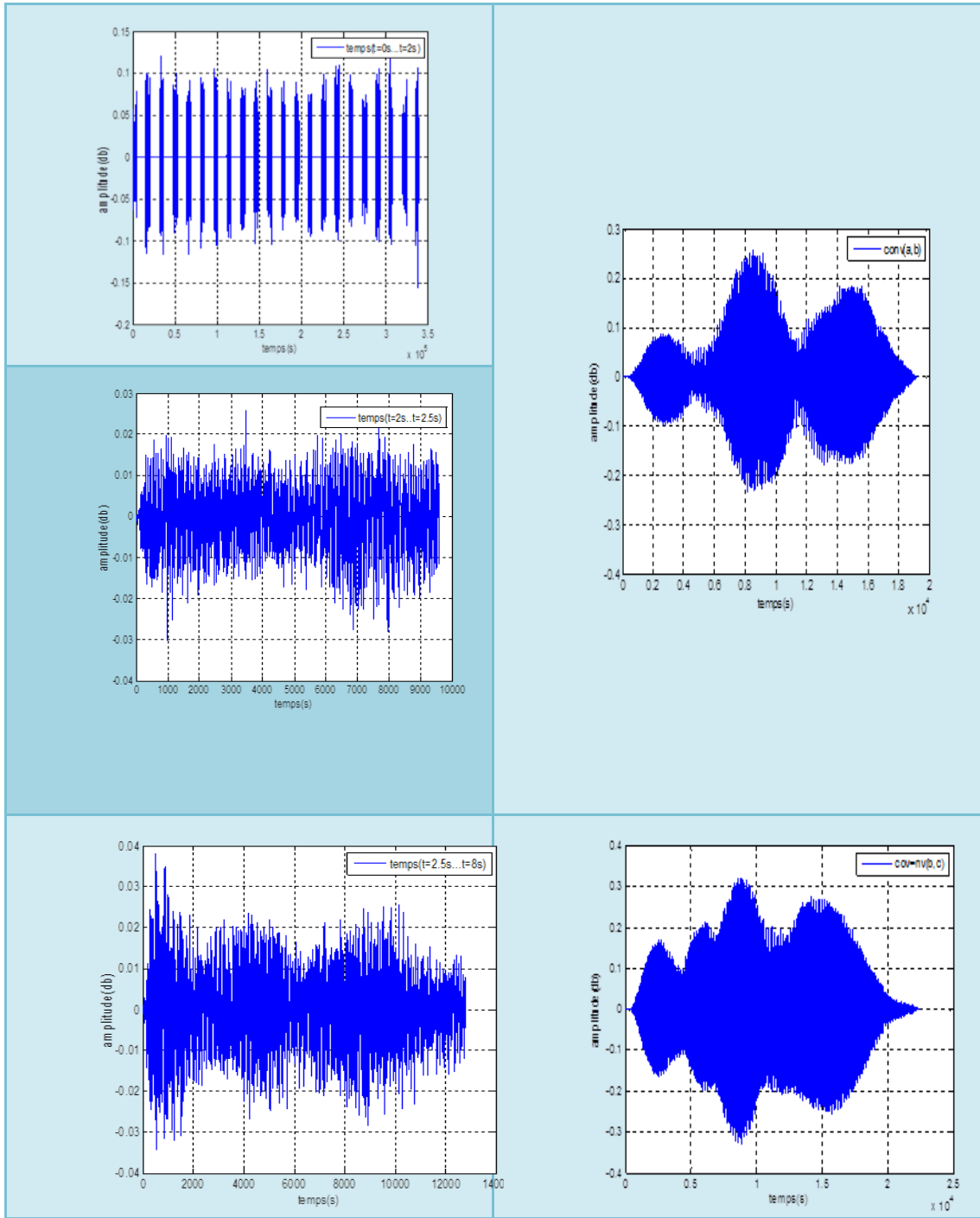


Figure III.4. Schéma de la FFT (fast Fourier transformée) de bruit de café

III. 5.Corrélation

Qu'est-ce que la corrélation ? Comparaison de deux signaux entre eux. Cette fonction agit principalement dans le domaine temporel. On s'intéresse à des signaux d'énergie finie (support temporel fini). ou aux signaux à puissance moyenne finie.





FigureIII.6.Schéma de la corrélation de bruit delay

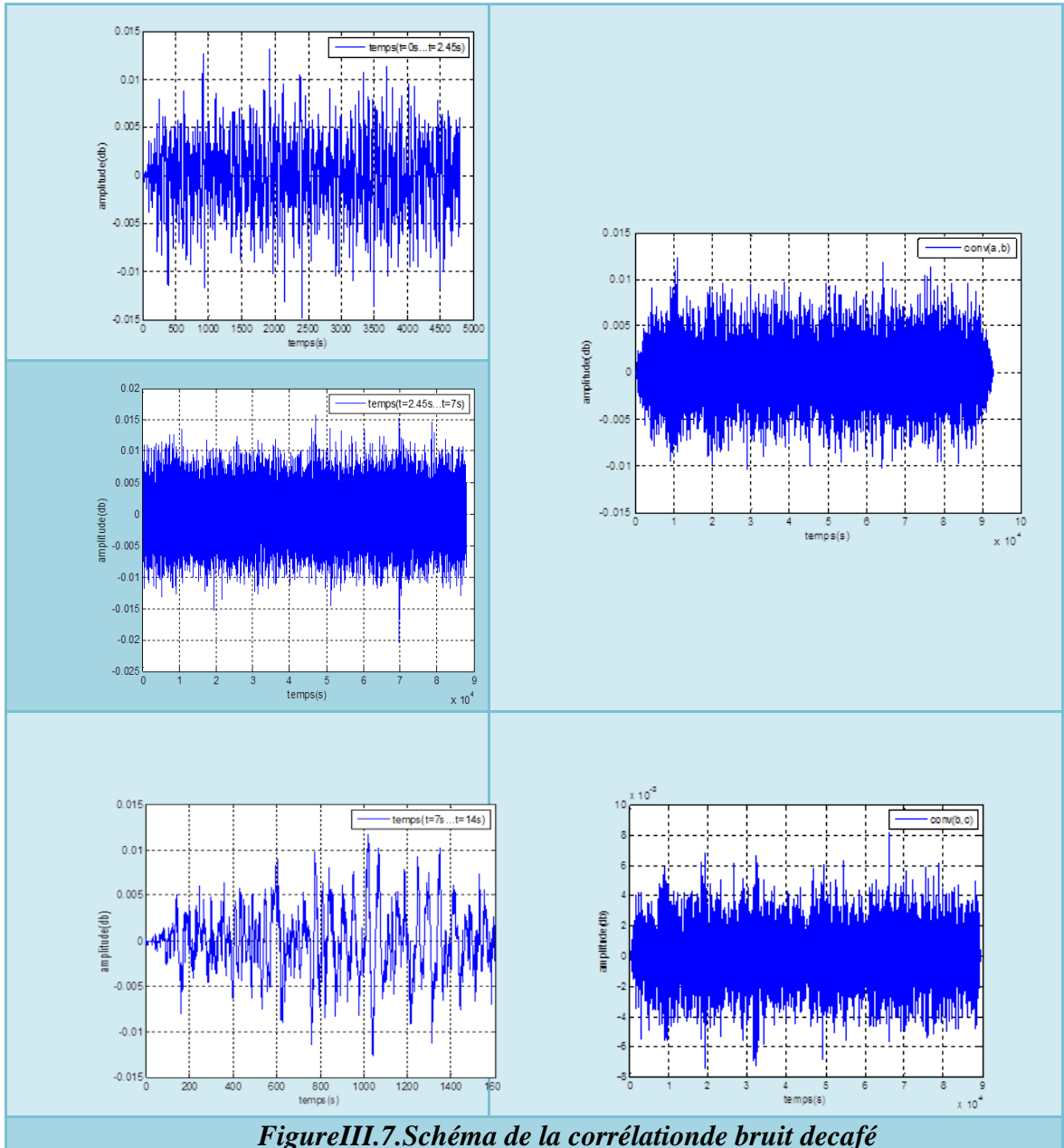
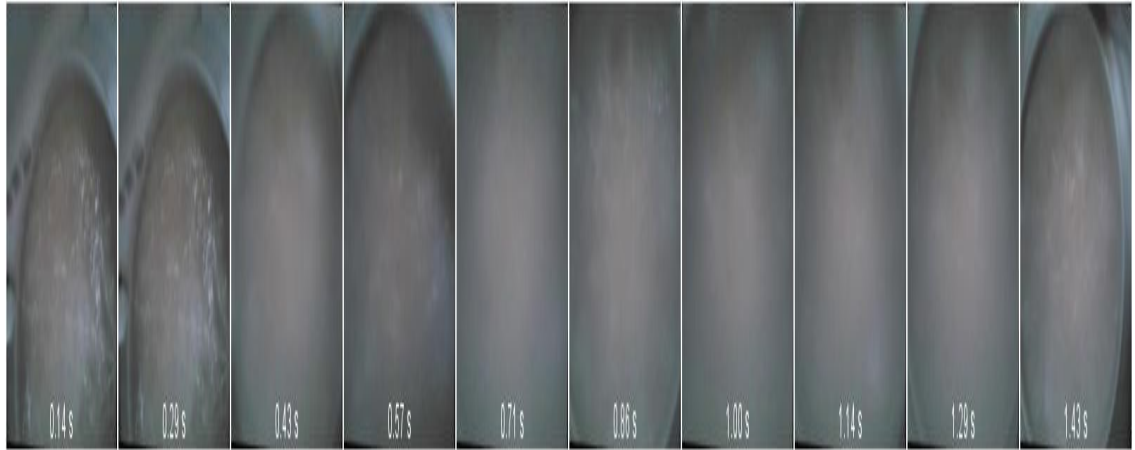
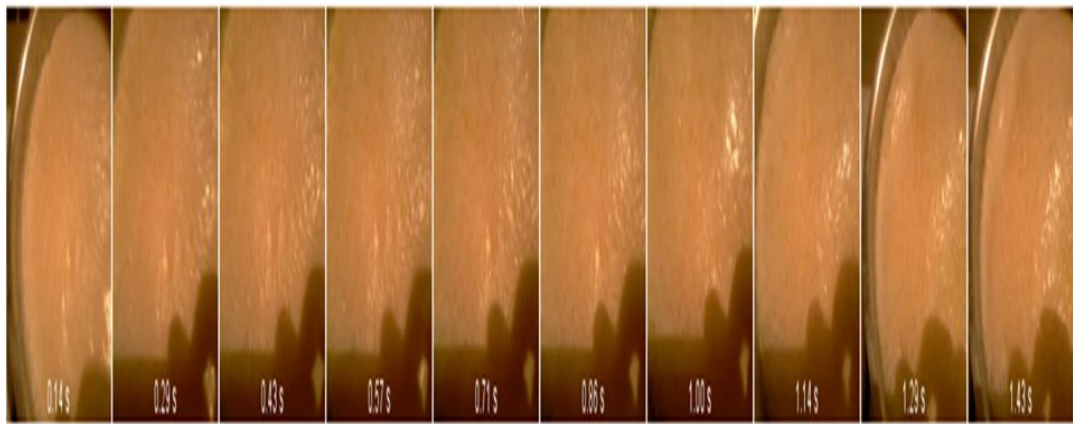


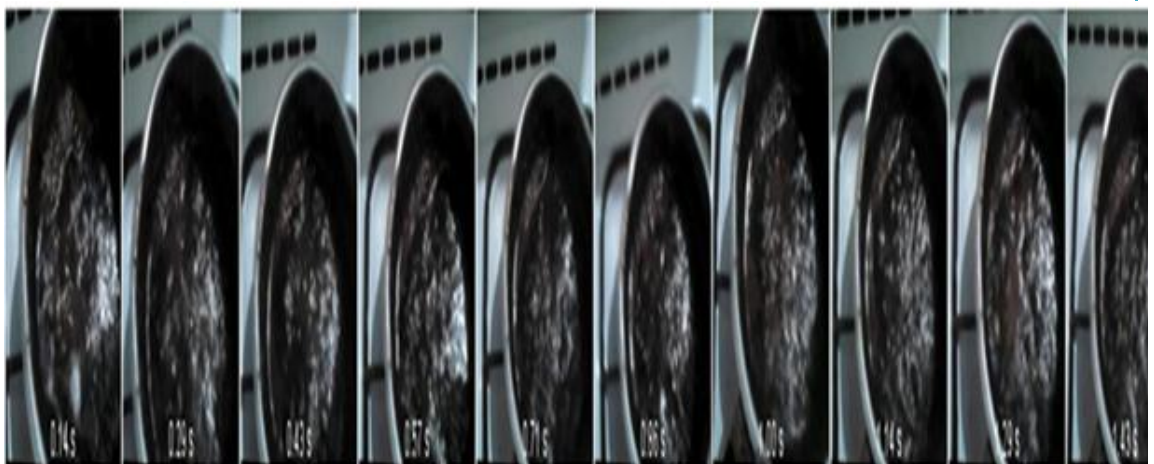
Figure III.7. Schéma de la corrélation de bruit decafé



L'eau



Lait



Café

FigureIII.8:Turbulence au cours de temps pour les trois fluide .

III. 6. Conclusion

La détermination expérimentale du bruit pour différents fluides en convection naturelle turbulente a été décrite au cours de ce chapitre. L'objectif premier était de trouver une possibilité de généraliser les résultats.

Conclusion

générale

Conclusion générale

La permanence du « bruit » dans notre quotidien a donné lieu à de nombreuses métaphores. Dans son usage courant, il est synonyme de nuisance sonore (tapage, tintamarre, vacarme). Mais sa polysémie s'étend à des significations telles que rumeur (bruit qui court), invasion (bruits de botte), retentissement (faire grand bruit), etc. Synonyme d'aléatoire, de parasitage, perturbation ou dégradation de l'information, le bruit devient instrument de mesure en physique, en astronomie, en électronique, en cardiologie et en thermique.

La convection naturelle turbulente fournit un exemple de production sonore mêlant sons complexes périodiques et non périodiques constitués d'un mélange d'harmoniques et de partiels. Elle est constituée de sons voisés, sons périodiques, et de sons non voisés. Les conséquences de ce phénomène sont des niveaux de bruit et de vibration pouvant dépasser les valeurs admissibles.

Au cours de ce travail, l'identification de bruit de la turbulence a été étudié expérimentalement pour trois types de fluides (eau, lait, café). Il s'agissait notamment de prédire les fréquences de bruit à partir desquelles le fluide peut déborder.

Le bruit de turbulence enregistré pour les trois types de fluide est composé d'une multitude de partiels dont les fréquences, les amplitudes et les phases varient de façon aléatoire. Le présent signal appartient à la catégorie des sons complexes apériodiques, il se présente dans tous les cas enregistrés sous forme un signal aléatoire.

[1]:Mathieu Lorteau. Identi_cation et analyse des m_ecanismes de g_en_eration du bruit de jet _a partir de r_esultatsexp_erimentaux et de simulations num_eriques. Acoustique [physics.class-ph]. Universit_e Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2015. Fran_cais. <NNT : 2015PA066060>.<tel-01159536>

[2]:Franck Kerherve. Caract_erisation statistique des sources a_eroacoustiques en jets supersoniques par V_eloctim_etrie Laser _a e_et Doppler. Acoustique [physics.class_ph]. Universit_e de Poitiers,2004. Fran_cais. <tel-00007612>

[3]:Gabriel REBOUL. 2010 Modelisation du bruit `a large bande de soufflante de turboreacteur THESE

[4]:Abbas Hekmati. Analyse des _ev_enementsa_erodynamiques _a l'origine des _emissions sonores _a partir de simulations num_eriques. M_ecanique des uides [physics.class-ph]. Universit_e Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2011. Fran_cais. <tel-00734572>

[5]:ChicheporticheJ_er_emie. Calcul direct du rayonnement acoustique g_en_ere par une cavite cylindrique sous une aile d'avion. Mecanique des fluides [physics.class-ph]. Arts et M_etiers Paris-Tech, 2011. Fran_cais. <NNT : 2011ENAM0027>.<pastel-00639012>

[6]:Ronan Guenan_. Couplage instationnaire Navier-Stokes/Euler pour la g_en_eration et le rayonnement des sources de bruit a_erodynamique. Acoustique [physics.class-ph]. Universit_e Rennes1, 2004. Fran_cais. <tel-00068113>

[7]:Joran Rolland. Etude num_erique _a petite et grande _echelle de la bande laminaire-turbulente de l'_ecoulement de Couette plan transitionnel. Dynamique des Fluides [physics.u-dyn]. Ecole Polytechnique X, 2012. Fran_cais. <pastel-00755414>

[8]:Sebastien Gonzalez. R_olutionnum_érique de l'_equation de Lighthill par elements _nis et equationsint_egrales pour l'estimation du bruit rayonn_e par des _ecoulements en conduite. Autre. Universit_e de Technologie de Compi_egne, 2013. Fran_cais. <NNT : 2013COMP2087>. <tel-00935471>

[9]:Arnaud Prigent. La spirale turbulente : motif de grande longueur d'onde dans les _ecoulements cisailles turbulents. Physique [physics]. Universit_e Paris Sud - Paris XI, 2001. Fran_cais. <tel-00261190>

[10]:Jean Marie TRUFFAUT.1998.ETUDE EXPEREMENTALE DE L'ORIGINE DE BRUIT EMIS PAR LES FLAMMES DE CHALUMEAUX .Docteur de l'Université de Provence(Aix Marseille I)

[11]:Yannick Rozenberg. Modelisation analytique du bruit aerodynamique _a large bande des machines tournantes : utilisation de calculs moyennes de mecanique des uides. Acoustique[physics.class-ph]. Ecole Centrale de Lyon, 2007. Francais. <tel-00678225>

[12]:Traitement du signal Laboratoire d'Acoustique, Conservatoire National des Arts et Métiers 2 rue Conté, 75003 Paris marie.tahon@cnam.fr

[13]:Dominique Fourer. Approche inform_ee pour l'analyse du son et de la musique. Traitement du signal et de l'image. Universit_e Sciences et Technologies - Bordeaux I, 2013. Fran_cais. <NNT: 4973>. <tel-009547 29

[14]:<http://www.afnor.org>.

[15]:NF s30-101, terme 08-05-130.

[16]: NF s30-105, terme 08-25-005.

[17]: Hans Burchard and Lars Umlauf . 2016. Marine Turbulence

[18]:Mathieu Lorteau. Identification et analyse des mécanismes de génération du bruit de jet à partir de résultats expérimentaux et de simulations numériques. Acoustique [physics.class-ph]. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2015. Français. <NNT : 2015PA066060>. <tel-01159536>

[19]:Franck Kerherve. Caractérisation statistique des sources aéroacoustiques en jets supersoniques par Vélocimétrie Laser à effet Doppler. Acoustique [physics.class-ph]. Université de Poitiers, 2004. Français. <tel-00007612>

[20]:Gabriel Reboul. Modélisation du bruit à large bande de soufflantes de turboréacteurs.. Sciences de l'ingénieur [physics]. Ecole Centrale de Lyon, 2010. Français. <NNT : 2010ECDL0031>. <tel-00562647>

[21]:Abbas Hekmati. Analyse des événements aérodynamiques à l'origine des émissions sonores à partir de simulations numériques. Mécanique des fluides [physics.class-ph]. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2011. Français. <tel-00734572>

[22]:Chicheportiche Jérémie. Calcul direct du rayonnement acoustique généré par une cavité cylindrique sous une aile d'avion. Mécanique des fluides [physics.class-ph]. Arts et Métiers ParisTech, 2011. Français. <NNT : 2011ENAM0027>. <pastel-00639012>

[23]:Ronan Guenanff. Couplage instationnaire Navier-Stokes/Euler pour la génération et le rayonnement des sources de bruit aérodynamique. Acoustique [physics.class-ph]. Université Rennes 1, 2004. Français. <tel-00068113>

[24]:Joran Rolland. Etude numérique à petite et grande échelle de la bande laminaire-turbulente de l'écoulement de Couette plan transitionnel. Dynamique des Fluides [physics.flu-dyn]. Ecole Polytechnique X, 2012. Français. <pastel-00755414>

[25]:Sébastien Gonzalez. Résolution numérique de l'équation de Lighthill par éléments finis et équations intégrales pour l'estimation du bruit rayonné par des écoulements en conduite. Autre. Université de Technologie de Compiègne, 2013. Français. <NNT : 2013COMP2087>. <tel00935471>

[26]:Yannick Rozenberg. Modélisation analytique du bruit aérodynamique à large bande des machines tournantes : utilisation de calculs moyennés de

mécaniques des fluides. Acoustique [physics.class-ph]. Ecole Centrale de Lyon, 2007. Français. <tel-00678225>

[27]: Jean-Christophe Tisserand. Convection thermique : transport et mélange. Dynamique des Fluides [physics.flu-dyn]. Ecole normale supérieure de Lyon - ENS LYON, 2010. Français. <tel-00612953>

[28] : J.B. Taylor, A.L. Carrano, and S.G. Kandlikar. Characterization of the effect of surface roughness and texture on fluid flow - past, present and future. Int. J. Thermal Sciences, (2006) 45(10).

[29] : A.M. Jacobi and R.K. Shah. Heat transfer surface enhancement through the use of longitudinal vortices: a review of recent progress. Experimental Thermal and Fluid Science, (1995) 295-309 : 11 .

[30] : E.K. Kalinin and G.A. Dreiser. Heat transfer enhancement in heat exchangers. Advances in Heat Transfer, 1998

[31] : A.E. Gaiarsa & D.W. Capson, Real time measurement of corner position in binary images, IEEE Trans, on Inst. And Meas, 43, (1994) 567-577.

[32] : ordi compo.

[33] : Adobe Audition.