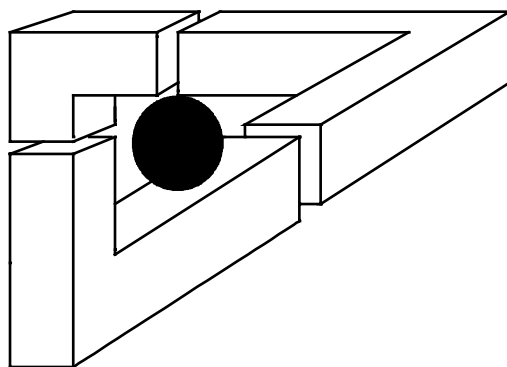


LE PARADOXE DE LA CLARINETTE

**Étude générative des multiphoniques, des 1/4 de tons,
des micro-intervalles.**



ALAIN SEVE

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	4
L'ACOUSTIQUE DE LA CLARINETTE.....	9
LE MÉCANISME DE PRODUCTION DU MULTIPHONIQUE	25
LES DÉTIMBRÉS, LES MICRO-INTERVALLES ET LES 1/4 DE TONS	29
LES MULTIPHONIQUES.....	35
ANNEXE.....	47
BIBLIOGRAPHIE.....	53
Tableaux des 1/4 tons de la clarinette Si bémol.....	56
Tableaux des multiphoniques stables de la clarinette Si bémol.....	62
Tableaux des 1/4 tons de la clarinette basse Si bémol.....	74
Tableaux des multiphoniques stables de la clarinette basse Si bémol.....	78

SPECIMEN

Nous remercions ici tous ceux qui, par leurs apports et échanges nous ont aidés dans notre travail et particulièrement :

**Alain Bardonnesci
Eric Humbertclaude
Henri Jibaud
Jean-Mathias Pétri
Damien Charron
Dominique Lemaitre**

Ainsi que tous ceux qui, par leurs conseils judicieux et leur relecture attentive nous ont permis d'améliorer son édition .

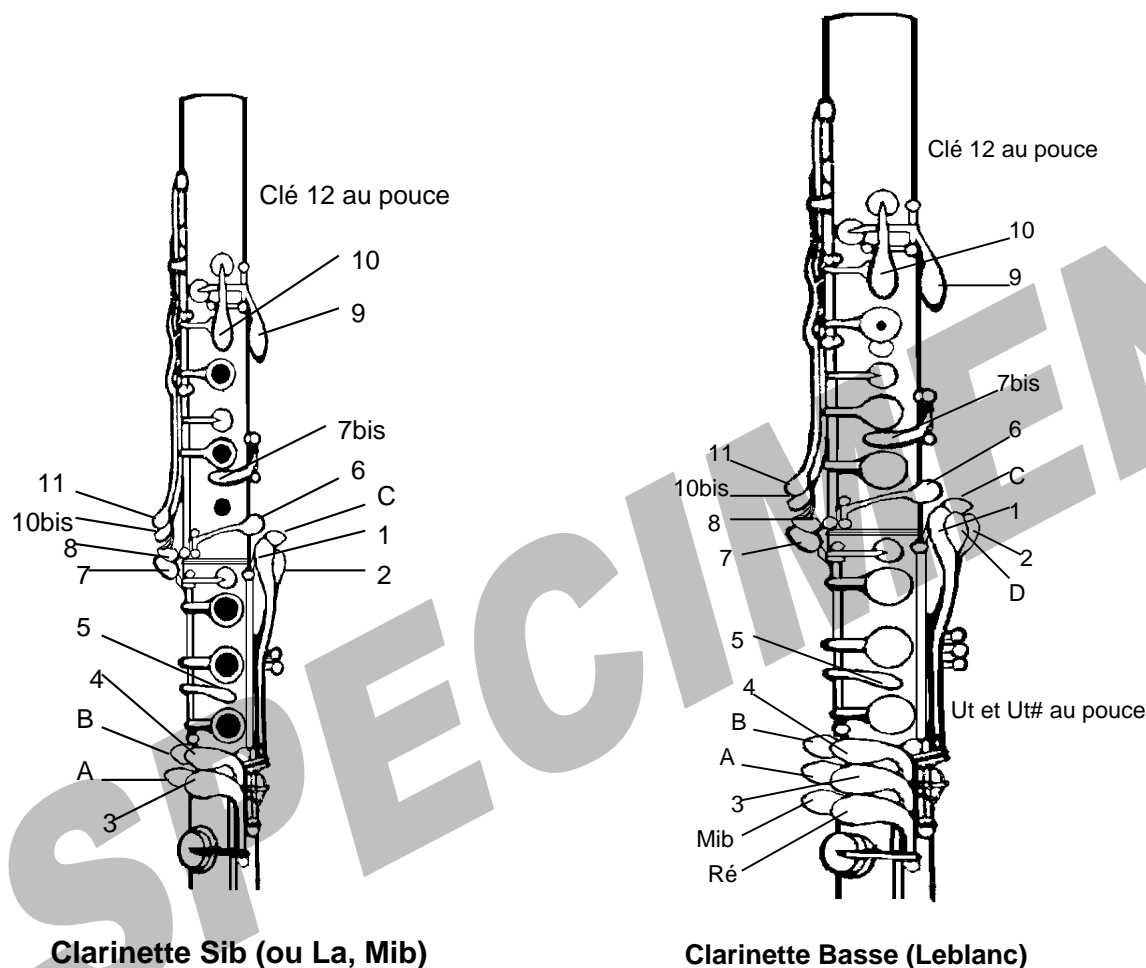
[Copyright] Alain SEVE, tous droits réservés pour tous pays. Toute reproduction même partielle par quelque procédé que ce soit constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles 423 et suivants du Code Pénal
Dépôt SNAC : 1-0426 26.02.1991
Dépôt légal B.N. : DLM 98 02473

I.S.B.N. : 2-9513196-0-6

SCHÉMAS UTILISÉS POUR

LA NOMENCLATURE DES DOIGTÉS

Pour éviter toute confusion, les sons réels seront seuls munis d'un indice, ex. : (Mi₃), le reste de la notation étant pensé dans la tonalité de la clarinette concernée sans tenir compte des transpositions. La facture instrumentale divise la famille des clarinettes en 2 groupes distincts : les instruments à anneaux d'un coté (Mib, Ut, La, Sib) et les instruments à plateaux de l'autre (clarinette alto, cor de basset, clarinette basse, clarinette contrebasse).



Le clétage du cor de basset et de la clarinette contrebasse diffèrent quelque peu en ce qui concerne le clétage des extrêmes graves, il en va de même pour la clarinette basse en fonction des modèles et des fabricants

Schéma général :

Main droite / Main gauche

- Pouce
- Index X = demi trou des instruments à plateaux
- Majeur
- Annulaire
- Index ○
- Majeur ○
- Annulaire ○

"Τὸ ἓν, γάρ φησι, διαφερόμενον αὐτὸ
αὐτῷ ἑυμφέρεσθαι, ὥσπερ ἀρμονίαν
τόξου τε καὶ λύρας."

Héraclite (fr. 51 Diels)

"L'unité, en s'opposant à elle-même, se compose, de même que l'harmonie de l'arc et de la lyre"

I

INTRODUCTION

A l'écoute du matériau sonore proposé par les compositeurs de la seconde moitié du vingtième siècle, il faut bien admettre que la société dans son ensemble (auditeurs, interprètes, compositeurs, facteurs d'instruments, chercheurs, acousticiens, scientifiques, etc...) doit revoir ses jugements tant esthétiques que techniques pour accéder à "l'inouï" qui lui est maintenant proposé. Quoi de plus étonnant que de parler d'accord pour un instrument comme la clarinette réputée monophonique ? Au début de la seconde moitié du vingtième siècle, le monde musical a découvert (redécouvert) qu'il était possible d'exécuter, sur les instruments à vent de la famille des bois, des sons multiples de différentes couleurs et densités. Ne pouvant prendre modèle sur les instruments polyphoniques, ce nouveau mode de jeu, du fait de ses règles propres, s'est révélé d'un maniement complexe aussi bien pour le compositeur que pour l'interprète ou l'acousticien.

§1 LE PARADOXE

L'énoncé le plus simple du paradoxe est :

Il est possible d'émettre simultanément plusieurs sons à partir d'un instrument à vent réputé monophonique.

Cette glose a l'avantage de renvoyer directement à la notion d'accord (multi/poly-phonie) et d'être suffisamment imprécise pour concerner tous les cas de figures. Ainsi le fait de chanter dans un instrument à vent, simultanément à l'émission traditionnelle du son produit aussi un effet multiphonique.

Cependant ce mode de jeu, bien que délicat, ne pose, a priori, aucun problème de compréhension, les deux sources sonores étant distinctes: d'un côté les cordes vocales, de l'autre le système excitateur de l'instrument. (*A l'annexe de cet ouvrage nous traiterons des limites propres à la physiologie dans l'exécution de ce mode jeu.*)

Mais en dehors de ce cas spécifique, il reste le paradoxe des multiphoniques ayant pour origine un seul système excitateur comme peuvent en produire les instruments de la famille des bois.

Ainsi sur un saxophone alto, un doigté de tel type produit un multiphonique de trois sons (Cf. **D. KIENTZY** - "Les sons multiples aux saxophones" - p.39 n°58 - Ed. Salabert).

Exemple n°1 :

The diagram shows a vertical column of seven fingerings. From top to bottom: a solid black dot, two solid black dots, a solid black dot with a 'B' to its right, an open circle, a solid black dot, a solid black dot with a '7' to its left, and another solid black dot. To the right is a musical staff in treble clef with a key signature of one sharp (F#). It shows a multiphonique chord with notes on the second, third, and fourth lines of the staff.

(en ajoutant les clés de Do (7) et Si (B) grave)

De même sur une flûte à bec soprano un doigté du même type permet un double son.

Exemple n°2 :

The diagram shows a vertical column of seven fingerings. From top to bottom: a solid black dot, a solid black dot, an open circle, a solid black dot, a solid black dot, an open circle, and a solid black dot. To the right is a musical staff in treble clef with a key signature of one sharp (F#). It shows a multiphonique chord with notes on the second and third lines of the staff.

Il en va de même pour une flûte traversière, un hautbois, un basson, etc...

(Cf. **B. BARTOLOZZI**-News Sounds for Woodwinds-Ed. Oxford Univ. Press-1974).

La comparaison des doigtés permet de constater que la technique des multiphoniques possède au niveau de la colonne d'air, des principes communs aux instruments de la famille des bois qui présentent tous la caractéristique d'une perce dont la longueur utilisée se règle par une suite d'ouvertures actionnées aux moyens des doigts et des tampons.

En conséquence la méthodologie utilisée pour analyser la clarinette, instrument à anche battante simple, pourra en partie être réutilisée pour l'ensemble de la famille des bois. Mais il faudra prendre en considération les caractères spécifiques de chaque famille d'instruments (perce conique/cylindrique, système excitateur: anche simple/double..., clétage, etc...) pour aller plus avant dans leur méthodologie propre.

§2 PROLÉGOMÈNES À UNE MÉTHODOLOGIE DES MULTIPHONIQUES

Nous traiterons tout d'abord des possibilités de jeu à la clarinette Si bémol que nous comparerons ultérieurement aux autres types de clarinette (Mi bémol, Basse, Contrebasse, etc...).

Sur une clarinette Si bémol, ce doigté :

Exemple n°3 :

The diagram shows a vertical column of seven fingerings. From top to bottom: a solid black dot, a solid black dot with a '9' to its left, a solid black dot, a solid black dot with a '6' to its left, an open circle, an open circle, and an open circle. To the right is a musical staff in treble clef with a key signature of two flats (Bb, Eb). It shows a multiphonique chord with notes on the second and third lines of the staff.

permet d'obtenir un accord où deux sons simultanés dominant. De la perception de cet objet sonore on peut déduire deux types d'anomalies :

a) Les anomalies de jeu

- Emission simultanée de plusieurs sons sur une même colonne d'air mue par un seul système excitateur : l'appareil anche + bec.

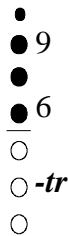
- Indépendance relative des composantes entre elles. Il est possible d'émettre chaque son séparément ou de les enchaîner simultanément.

Exemple n°4 :



Il est possible de triller un des composants :

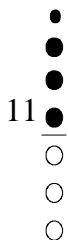
Exemple n°5 :



b) Les anomalies acoustiques

- Difficultés de justifier, conformément à la théorie des harmoniques, la relation des éléments du multiphonique entre eux : une 7ème Majeur dans le cas de l'exemple n°3 ou une octave inattendue chez un instrument réputé pour ses harmoniques impaires dans le cas de ce doigté.

Exemple n°6 :



(Il est entendu que ces exemples ont été choisis dans la catégorie des multiphoniques de faible densité pour plus de clarté).

- Localisation surprenante de l'émission de chaque son :

Le son grave est émis en partie supérieure (ex. n°3 => clé 9 ; ex. n°6 => clé 11).

Le son aigu est émis en partie inférieure (ex. n°3 => clé 6 ; ex. n°6 => 1er cheminée du corps du bas).

L'ensemble de ces anomalies révèle un comportement de l'instrument qui peut paraître contre nature. Mais l'origine du paradoxe (tant perceptif que technique) des possibilités

multiphoniques de la clarinette est dans la nature même du système de l'instrument que l'on ne peut réduire totalement au modèle de la corde vibrante ; ce qui a rendu jusqu'ici son analyse très délicate.

§3 LES ANOMALIES DE PRODUCTION SONORE

Nous appellerons **anomalies de production** sonore les modes de jeu faisant intervenir une technique différente de l'utilisation classique de l'instrument.

Les **anomalies** peuvent être réparties en 3 catégories :

- 1) les **détimbrés**
- 2) les **micro intervalles** (+,-, ¼ ton)
- 3) les **multiphoniques**

*Il faut noter que des effets comme le **flutterzunge** ou le **chant dans l'instrument** ne sont pas à considérer comme des **anomalies de production sonore** par le fait qu'ils peuvent s'ajouter à ces dernières et qu'ils surchargent la production sonore sans être elle-même.*

§4 LES SONS DÉTIMBRÉS

Le son détimbré s'obtient par un doigté spécifique qui nécessite, tout comme le multiphonique, un équilibre particulier de la colonne d'air. Ces doigtés spécifiques présentent des structures complexes d'application, et les registres de la clarinette n'y réagissent pas avec un égal bonheur. De plus le cléage limite et conditionne les possibilités d'utilisation.

Le chalumeau et le médium

A part les dernières notes (du fait du cléage), les doigtés spécifiques existent pour l'ensemble du registre. Le médium étant quasiment détimbré par nature, il faut plutôt considérer que l'on utilise des doigtés spécifiques de timbre par souci d'homogénéité.

Le clairon

L'utilisation de la clé de douzième rend difficile l'usage de doigtés à structure complexe.

La moindre variation de pression de la poussée physicienne (Cf. Chapitre III, §1, "*Technique de production du multiphonique*", p.24) entraîne le passage aux harmoniques supérieures. En outre, les doigtés utilisés pour le chalumeau et le médium n'ont pas de correspondance dans le clairon.

Le suraigu

Il possède déjà à l'état naturel tout un lot de doigtés de structure complexe, nécessité par la recherche de la justesse, et il existe, dans le nombre, des doigtés qui permettent une émission de faible intensité ; mais il ne s'agit plus à proprement parler de détimbrés.

§5 LES MICRO-INTERVALLES

Les micro-intervalles nécessitent aussi l'utilisation de doigtés à structure complexe comparables à ceux des détimbrés. Les limites d'utilisation sont cette fois, uniquement du domaine du clétage. Dans les zones inopérantes (cf. extrémités de l'instrument), le musicien peut utiliser des subterfuges (Variation de la pince sur l'embouchure, utilisation des genoux pour boucher à moitié les quatre derniers trous, etc....) (Cf. **Phillip REHFELDT** - *New Directions for Clarinet* - University of California Pres - 1976) qui ne garantissent ni la précision, ni la justesse, ni surtout la virtuosité.

Tous les registres sont opérationnels et la correspondance traditionnelle entre le chalumeau, le médium et le clairon est en grande partie observée.

§6 LES MULTIPHONIQUES

Nous verrons que, dans le chapitre qui leurs est consacré, toute une catégorie de multiphoniques dépendent directement de la combinatoire des techniques des détimbrés et des micro-intervalles.

Ainsi les anomalies de production sonore présentent des caractères communs dans l'utilisations de doigtés à structure complexe, qui sont révélateurs du comportement acoustique de l'instrument et dont la compréhension et la maîtrise apporteront une plus grande facilité de maniement tant pour le musicien que pour le compositeur.

L'ACOUSTIQUE DE LA CLARINETTE

et ses conséquences dans la production des multiphoniques

§1.1 GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITION

La physique acoustique de la clarinette a déjà suscité une abondante littérature scientifique et musicologique. Toutes les questions sont loin d'être résolues, tant s'en faut, vu le nombre de paramètres difficilement maîtrisable qui dépendent autant des conditions d'utilisation que de l'instrument lui-même. Il est possible, cependant, d'en donner une définition relativement précise.

Cet instrument à vent, à anche battante simple, de la famille des bois, présente la particularité de posséder un spectre très riche en harmoniques impaires (mais les harmoniques paires ne lui font pas totalement défaut)(Cf. ANNEXE, §6, "Spectre de la clarinette").

Ceci est dû, semble-t-il, à l'alliance de son système excitateur (bec + anche) à un tube quasi cylindrique. Le même système excitateur couplé à un cône, comme dans le cas du saxophone, privilégie les harmoniques paires.

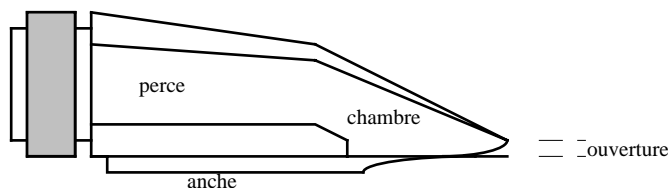
§1.2 NOTION DE PARTIEL ET D'HARMONIQUE

Le partiel est le composant d'un son complexe qui n'est pas son multiple entier, au contraire de l'harmonique. Ainsi un son obtenu à partir d'un son fondamental par l'utilisation de la clé de registre (dite clé de douzième) sur une clarinette, n'est pas un son harmonique, mais bien un partiel ; ce son ce rapproche, en effet, de l'harmonique n° 3 du son fondamental, mais ne correspond pas exactement à la fréquence de l'harmonique théorique (Cf. **M.R.V. YOUNG** - "Sur l'intonation de divers instruments de musique" in *ACOUSTIQUE MUSICALE - Colloque International du C.N.R.S. 1959 - p. 173* ; **F. LEIPP** - "Onde stationnaire, noeuds et ventres - Harmoniques et partiels." - *Acoustique et musique - p. 224 - Ed. Masson - 1984.*).

Par commodité et parce que c'est l'usage général chez les musiciens, nous serons amenés à utiliser le terme d'harmonique sans distinction entre harmonique et partiel, pour la technique purement instrumentale.

§2.1 LE SYSTÈME EXCITATEUR ET LA COLONNE D'AIR

Située dans la perce de l'instrument, la colonne d'air est le siège de l'onde stationnaire dont la longueur est déterminée par les trous utilisés sur le tuyau de la clarinette. C'est donc la colonne d'air qui influe sur le système excitateur - l'anche + le bec - et le contraint à battre à telle fréquence pour telle longueur de tuyau utilisé.



§2.2 L'ANCHE

L'anche a une conduite comparable à une lame de ressort, système déformable continu à deux degrés de liberté :

- oscillation de flexion (sens de la longueur)
- oscillation de torsion (sens de la largeur)

a) Oscillation de flexion

Quand la pression dans la cavité buccale est plus grande que la pression dans la chambre du bec, un courant d'air passe entre l'anche et le bec. La pression dans le bec, moins importante que dans la cavité buccale, a pour effet de coller l'anche aux bords de bec. Ce faisant, l'anche coupe le mouvement aérien. Avec l'arrêt du flux d'air, la pression de part et d'autre de l'anche s'égalise. En situation d'équilibre, les propriétés élastiques de l'anche font qu'elle revient à sa position première. Le cycle peut se répéter de nouveau. C'est un mouvement d'oscillation de relaxation. (Cf. **J.S. RIGDEN** - *Physics and the sound of music* - p. 118 - New York University Press - 1977.)

b) Oscillation de torsion

L'anche se comporte comme une lame encastrée (Cf. figures 1 & 2). Si, sur une lame encastrée on pose un poids, celui-ci va imprimer à la lame un mouvement de flexion/torsion. Il imprimera uniquement un mouvement de flexion si, et seulement si, il est posé sur l'axe élastique de la lame - axe de symétrie, d'équilibre - (Cf. **Y. ROCARD** - *Dynamique générale des vibrations* - p.121 - Ed. Masson - 1941).

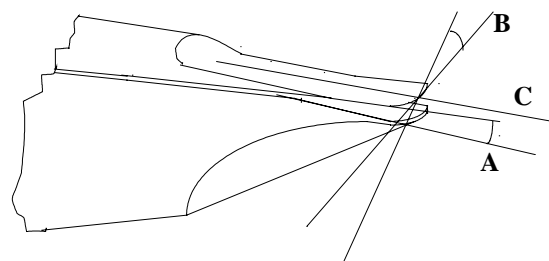
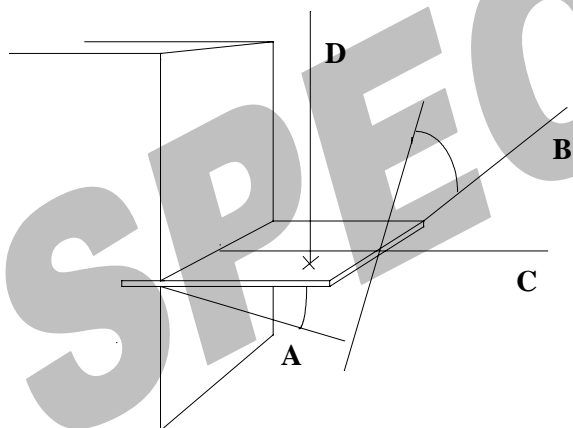


Figure n°1

Lame encastrée

- A** : Oscillation de flexion
- B** : Oscillation de torsion
- C** : Axe de symétrie
- D** : Poids

Figure n°2

Appareil bec + anche

Dans le cas de l'anche d'un tuyau d'orgue dont l'épaisseur n'est pas uniforme, le phénomène de torsion est dû au fait que le coefficient d'élasticité de l'anche n'est pas constant sur toute sa surface. Il y a formation d'un centre de résistance, qui réagit sous la pression mettant l'anche en oscillation (Cf. **E. LEIPP** - *Acoustique et musique* - p.219 - Ed. Masson - 1984).

Ceci a pour résultat un son qui vrille, comparable au son "roulant" que l'on obtient avec un doigté complexe à la clarinette, correspondant à l'émission simultanée de plusieurs fréquences.

En conclusion, la situation idéale d'une anche régulière sur toute sa surface, uniformément dense et élastique, parfaitement symétrique, étant irréalisable, force est d'admettre que l'oscillation de torsion est toujours présente. Mais son amplitude est trop insignifiante pour qu'elle paraisse dans le jeu traditionnel, si ce n'est peut-être au niveau de la couleur et du timbre.

Dans le cas des multiphoniques, la flexion de torsion est privilégiée pour entretenir simultanément plusieurs fréquences. L'anche ne travaille plus seulement longitudinalement, mais elle est aussi distordue latéralement pour répondre aux sollicitations multi-fréquentielles provoquées par la technique de souffle et la technique des doigtés spécifiques aux multiphoniques.

§2.3 LA COLONNE D'AIR

Située dans la perce de l'instrument, la colonne d'air est le siège de l'onde stationnaire dont la longueur est déterminée par les trous utilisés sur le tuyau de la clarinette.

A l'état naturel, la colonne d'air présente deux niveaux de vibrations :

a) entre l'embouchure et le dernier trou utilisé (niveau intense = son principal)

b) entre le dernier trou utilisé et le pavillon (niveau moins intense = son "chuchoté")

(Cf. **J. MATRAS** - *Le son* - p.115 - Ed. P.U.F. "*Que sais-je*" - 1977)

Au premier niveau, le son principal s'entoure lui-même d'une coloration formantique (partiels/harmoniques) plus ou moins riche en fonction du registre, des qualités du système excitateur, du type d'instrument et de sa tessiture, de la perce, etc...(Cf. **G. GOURDET** - *Les instruments à vent* - Ed. P.U.F. - "*Que sais-je*" - 1976).

Au second niveau, le moins intense, la zone de son "chuchoté" a une action qui est loin d'être négligeable, comme il a été prouvé lors des différentes expériences faites sur diverses formes de pavillon ou par le recours à la rallonge au Mib pour accorder le Lab grave sur le prototype MARCHI fabriqué par la maison SELMER-PARIS (Cf. **J. MARCHI** - *bulletin du G.A.M.* - Université Paris VI - 1978).

Cette zone de son chuchoté trouve son plein emploi dans les doigtés utilisés pour corriger les défauts de justesse ou de timbre inhérents à la facture de l'instrument : différents doigtés sont utilisés, par exemple, pour timbrer le Sib médium, accorder le Mib médium fourché (Exemple n°7).



Il en va de même dans le cas des doigtés de substitution, tel ce doigté de Lab clairon (Exemple n°8), libérant l'auriculaire de la main gauche et donc plus pratique pour certains arpèges et déplacements.

(Les exemples de base sont donnés à la clarinette Si bémol, à moins d'une précision, étant entendu que nous traiterons des possibilités sur les autres types de clarinettes au chapitre consacré à chaque anomalie sonore.)

Exemple n°7 :

Doigté naturel


Doigté corrigé

	12 ○ ○ 10 ○ ○ ○ ○ ○	12 ○ ○ 10 ● ● ○ ● ●
	● ● ○ ○ ● ○ ○	● ● ○ ○ ● ● ● A ●

Exemple n°8 :

Doigté naturel

Doigté substitué

	12 ● ● ● 6 ○ ○ ○	12 ● ● ● ○ ● ● ○
---	------------------------------------	---------------------------------------

Il faut noter que la fréquence choisie est émise au niveau du trou ouvert déterminant la longueur de tuyau utilisée.

Dans le cas des exemples n°7 précités, le point d'émission se trouve au :

	Doigté naturel	Doigté corrigé
Si bémol	trou de la clé 12	trou de la clé 12
Mi bémol	trou du Majeur gauche	trou du Majeur gauche

Le point d'émission ne varie pas.

Au contraire dans le cas de l'exemple n°8 du doigté de substitution :

Doigté naturel

La bémol trou de la clé 6

Doigté substitué

trou de l'annulaire gauche

Le doigté de substitution se comporte comme un La naturel abaissé et assombri par le doigté complémentaire - main droite - agissant dans la zone de son "chuchoté". Le caractère moins timbré du second doigté et son émission plus délicate en sont la preuve. Ce doigté, par le fait même qu'il n'est pas utilisable dans le registre du chalumeau, prouve que les propriétés de la zone de son "chuchoté" varient en partie avec les registres.

§2.4 NOTION DE DOIGTÉS COMPLEXES

L'utilisation de la zone de son chuchoté entraîne une technique de doigtés qualifiés de complexes, par opposition aux doigtés naturels utilisés linéairement jusqu'au registre du suraigu. Il faut remarquer que les doigtés du registres suraigu sont de structure complexe et que le système Marchi tend à leur substituer des doigtés naturels linéaires, permettant une plus grande virtuosité, par la création d'une seconde clé de registre (dite de 17ème) (Cf. **J. MARCHI** - "La clarinette système Marchi" - G.A.M. n°95 - 1978).

On appellera donc "doigté complexe" tout doigté dont la structure est en contradiction avec le mouvement linéaire consistant en la manipulation successive des trous de la perce de l'instrument.

Exemple : le doigté de Mib médium / Sib clairon utilisant la clé 7 ou 7 bis est naturel, au contraire des différentes fourches qui sont des doigtés complexes.

En conclusion, à l'état naturel une note de clarinette comprend, en plus de sa fréquence et de son spectre, toute une coloration due à des vibrations moins intenses de la colonne d'air. nous pouvons constater que, dans certaines conditions, il est possible de renforcer ces dernières au point d'obtenir des multiphoniques. Mais il apparaît, comme le montreront les exemples suivants, que la colonne d'air peut être le siège de vibrations inharmoniques intenses, qui se montrent rebelles à l'analyse si l'on ne se réfère pas à la technique instrumentale.

De plus, il faut noter que les instruments de la famille des bois doivent leurs qualités multiphoniques à la structure spécifique de leur colonne d'air, qui présente une succession d'ouvertures réglables.

§2.5 PROPRIÉTÉS DES DIFFÉRENTES CLARINETTES

Toutes les clarinettes n'ont pas les mêmes capacités "harmoniques". Ainsi une **clarinette basse** ou **contrebasse** présente des possibilités considérables d'extension de sa tessiture, en regard des possibilités de la **clarinette Sib** qui atteint difficilement Ré₆, Mi₆, Fa₆; seul un musicien exceptionnel peut aller au-delà. Plus la perce est courte et étroite, moins l'instrument présente de capacités à étendre sa tessiture vers l'aigu, comme le montre la technique des "**sauts**" d'harmoniques (appelés parfois "**sons de flageolet**" ou "**sons de trompette**").

La notion de "**saut**" d'harmoniques désigne le fait qui consiste à obtenir, sans changer de doigté, à l'aide de la poussée physiologique seule, toutes les composantes

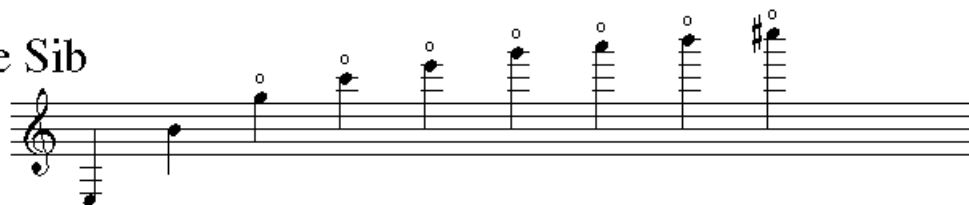
(partiels/harmoniques) successives d'un son fondamental. Cette technique utilisée naturellement dans le registre suraigu (ainsi Mi (Ré₅) et La (Sol₅) ont le même doigté) peut s'appliquer à l'ensemble des fondamentales de l'instrument. Cependant, pour plus de commodité, il est préférable de partir du 1er rang d'harmoniques impaires (le registre du clairon) en se servant de la clé de douzième.

La capacité en sauts d'harmoniques (Exemple n°9) est le reflet de l'étendue de la tessiture potentielle de l'instrument et révèle donc ses possibilités multiphoniques. En effet, plus l'instrument présente une grande richesse d'harmoniques, plus grandes sont ses capacités à produire des multiphoniques et à accroître leur densité.

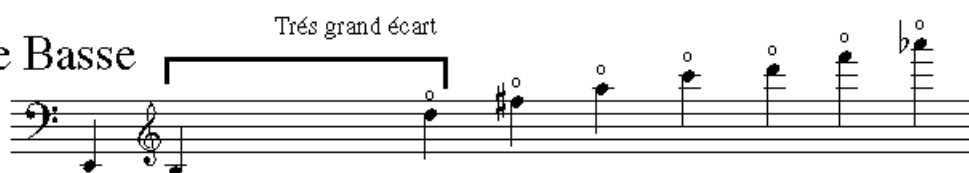
La comparaison entre les séries obtenues sur une clarinette Sib et une clarinette basse explique le fait qu'un même doigté ne produira pas, globalement, le même effet d'une petite clarinette Mib, à une clarinette Sib, à une clarinette alto, etc...

Exemple n°9 :

Clarinette Sib



Clarinette Basse



Il est facile de constater que la série d'harmoniques (partiels) n'est pas la même; qu'il existe un grand écart entre le son fondamental et le premier saut à la clarinette basse et que globalement la clarinette basse a une tessiture plus étendue.

Ainsi la longueur et le volume de la perce jouent un rôle déterminant, comme le confirmera l'analyse des rapports dynamiques multiphoniques (Cf. §4 de ce Chapitre II).

La différence de facture joue aussi un grand rôle :

- clétage à anneau
- clétage à plateau
- rallonges au Mib ou à l'Ut

[Dans la Sequenza IX de **L. BERIO** (Universal - 1980) ou le Concerto per clarinetto solo de **V. BUCCHI** (Ricordi -1969), les doigtés de multiphoniques sont prévus pour une clarinette Sib descendant au Mib. Il est possible parfois d'utiliser un multiphonique de substitution.]

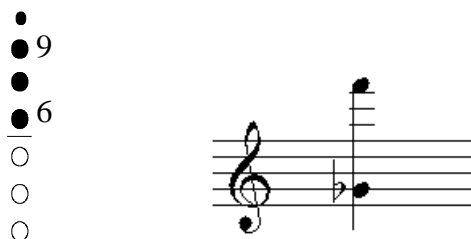
- utilisation de deux trous de chalumeau
- modèle de perce variant d'un fabricant à l'autre
- etc...

Enfin la taille de l'anche diffère d'un type de clarinette à l'autre. Plus elle est large, plus elle est à même de répondre aux flexions de torsion et donc de créer et d'entretenir plusieurs régimes de vibrations. De même, les limites de réponses dans le suraigu sont liées à la nature de l'anche, qui ne peut entretenir une oscillation au-delà d'une certaine vitesse de cycle dans des conditions normales d'utilisation.

Nous ne retiendrons pas la technique particulière qui consiste à utiliser les dents sur l'anche et qui produit des sifflements suraigus dont il est difficile de maîtriser la hauteur précise.

§3 ANALYSE DE DOIGTÉS MULTIPHONIQUES

Reprenons le multiphonique stable de faible densité sonore quant au nombre de ses éléments clairement perceptibles, sur une clarinette Si bémol (le doigté de l'Exemple n°3, Chapitre I, §2) :



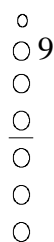
Nous constatons qu'il présente une structure complexe et que, conformément au paradoxe décrit auparavant, l'aigu "sort" sur l'instrument au niveau de la clé 6, en dessous du grave qui, lui, est au niveau de la clé 9.

Le fait qu'il soit possible de les émettre séparément et de les combiner permet de penser qu'il existe une relative indépendance entre eux, d'autant qu'ils forment une 7ème Majeure, rapport inharmonique.

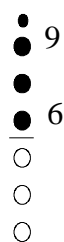
Si l'on compare ce doigté aux doigtés naturels et aux doigtés de substitution, on observe que :

- le premier élément se présente comme un Lab (*Solb₃*) dont le trou d'émission est naturellement la clé 9, assombri et abaissé par les doigtés en de ça de la clé 9, dans la zone de son chuchoté, produisant ainsi un **détimbré**.

Doigté naturel



Doigté détimbré



- le second élément, Fa (*Mib₅*) diffère du doigté habituel (de structure complexe) par la clé 9 qui remplit les fonctions combinées de clé de registre (clé12 normalement) et du trou de l'index gauche.

Doigté habituel

Doigté substitué



Dans ce type d'exemple, la perception se limite à deux éléments distincts, mais un grand nombre de multiphoniques présentent trois, quatre, cinq éléments ou plus. Cependant, plus les éléments sont nombreux, moins le multiphonique est stable. Toutes les fréquences émises n'ont pas la même dynamique et la perception devient très aléatoire (Cf. **M. CASTELLENGO** - *IRCAM* - n°38 - §2,1 - 1985). On remarque que très souvent il existe une grande distance entre le grave et l'aigu.

De même le son grave est sensiblement d'une dynamique plus faible, se comportant comme un **détimbré**.

Pour les multiphoniques stables, il est possible, en se référant à la configuration du doigté employé, de justifier l'origine de chaque fréquence dominante dépendant d'un des quatre registres (chaleur, médium, clairon, suraigu). Nous verrons les règles d'ambitus au Chapitre V "*Les Multiphoniques*".

Si on prend un doigté de ce type :

Exemple n°10 :

on obtient un multiphonique d'une densité d'éléments si grande que sa stabilité ne peut plus être assurée. Le résultat est un "roulement" de fréquences dont il est parfois possible de maîtriser les régions (rarement plus de quatre) à l'instar des multiphoniques d'embouchure basés sur un doigté fondamental grave de l'instrument. Dans ce cas, il est parfois demandé, dans la partition, d'enchaîner successivement les différentes régions ou "zones" du multiphonique, comme ici dans **CHARISMA** de **I. XENAKIS** (pour clarinette et violoncelle, Edition Salabert) où le Fa dièse (Mi_3) sert ici de fondamental.

Nous verrons plus loin par quelle technique de la poussée physasmique, il est possible d'isoler ces régions.

Les multiphoniques instables présentent des doigtés complexes dont la structure crée un nombre important de dépressions sur la colonne d'air, trop pour que le système exciteur puisse

régler son régime. L'anche est obligée de passer d'une fréquence à l'autre sans pouvoir les stabiliser simultanément. En outre une forte densité d'éléments crée un grand nombre de combinaisons parasites (différentiels) au sein de la colonne d'air.

§4 LES RAPPORTS DYNAMIQUES MULTIPHONIQUES

La différence dynamique entre les éléments d'un même multiphonique est très sensible. Pour matérialiser l'impression auditive, il fut utilisé un matériel simple composé d'un analyseur (Inovonics 500) en temps réel et en tiers d'octave, affichant le rapport en décibels des fréquences produites. L'analyse en tiers d'octave ne permet pas de déterminer avec précision les fréquences comprises dans le multiphonique (ce qui a peu d'importance dans la mesure où elles sont connues de l'instrumentiste) ; l'intérêt réside dans la détermination du rapport en décibels des masses sonores, correspondant à chaque registre, donnant une vision du profil général du son multiple.

Exemple n°11 : Clarinette Sib, doigté multiphonique stable



(Cf. photo n°1 de l'écran de l' Acoustic Analyzer model 500 INOVONICS)

Photo n°1

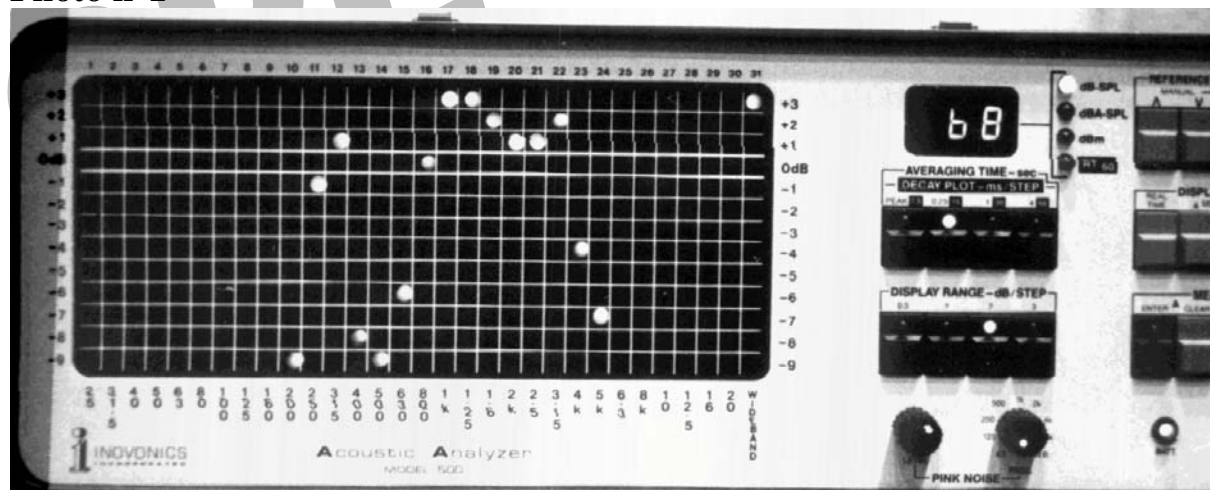
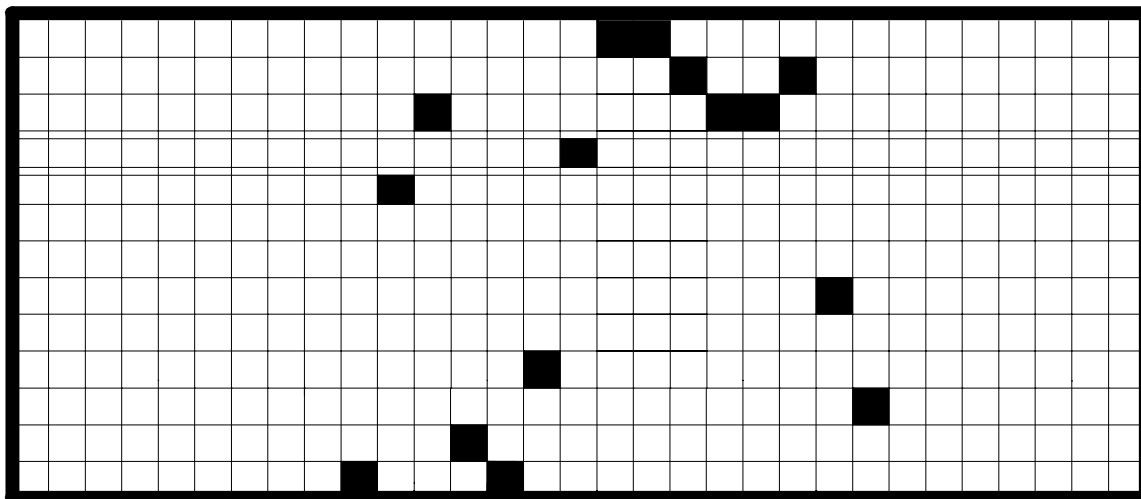
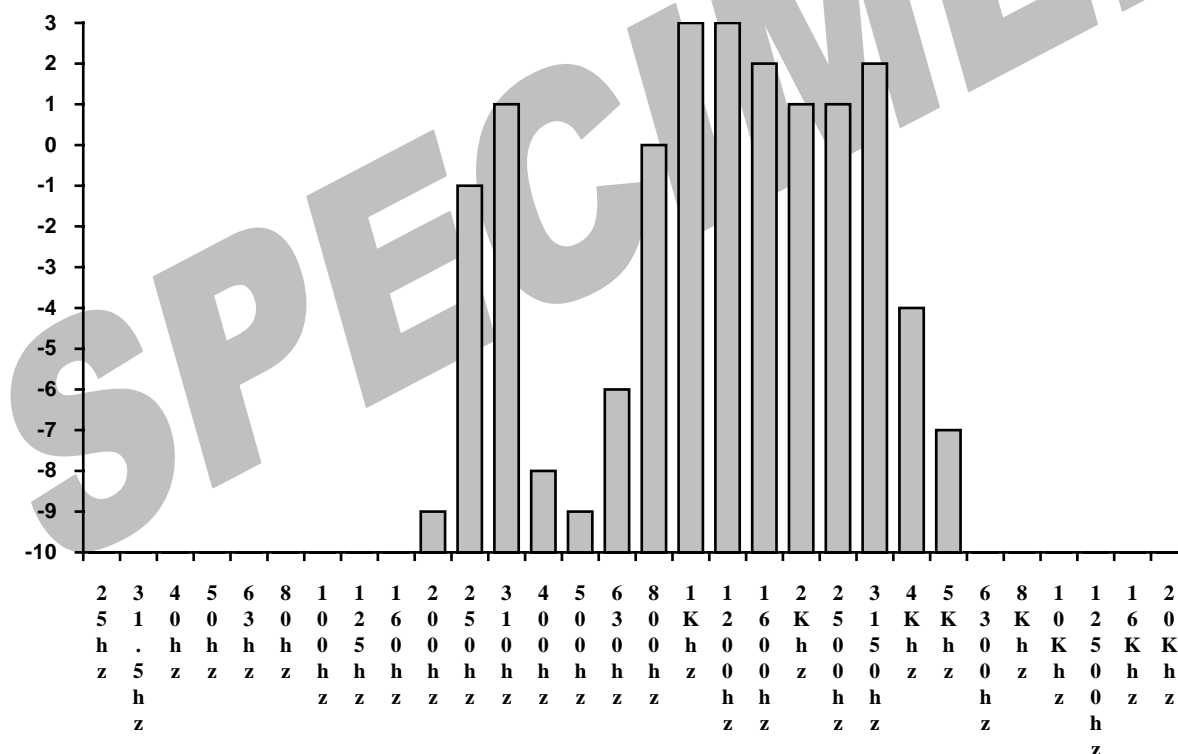


Photo n°1bis



Les carrés noirs représentent graphiquement les points lumineux de l'écran de l'Inovonics qui situent en décibels [verticalement] les masses de fréquences [horizontalement]. Pour plus de commodité nous utiliserons dorénavant la transposition graphique suivante.

Graphes de la photo n°1



Ce graphe, déduit de l'écran de l'Inovonics, figure l'affichage de l'ensemble du multiphonique composé de trois masses de fréquences (Cf. ANNEXE, §5 "Tableau des fréquences") dont l'analyseur situe les crêtes entre :

- a) 250 & 315 Hertz
- b) 800 & 1.000 Hertz
- c) 1.250 & 1.600 Hertz

Il est possible de vérifier la justesse de l'approximation en comparant les fréquences des notes émises à la clarinette (accord : **La 3** = 442 Hertz).

- a) Mib ($R\acute{e}b_3$) = 278,442 Hertz
- b) Reb (Si_4) = 992,256 Hertz
- c) Sol (Fa_5) = 1403,262 Hertz

On remarque une coupure nette entre la note grave et la masse des sons supérieurs.

Photo n°2

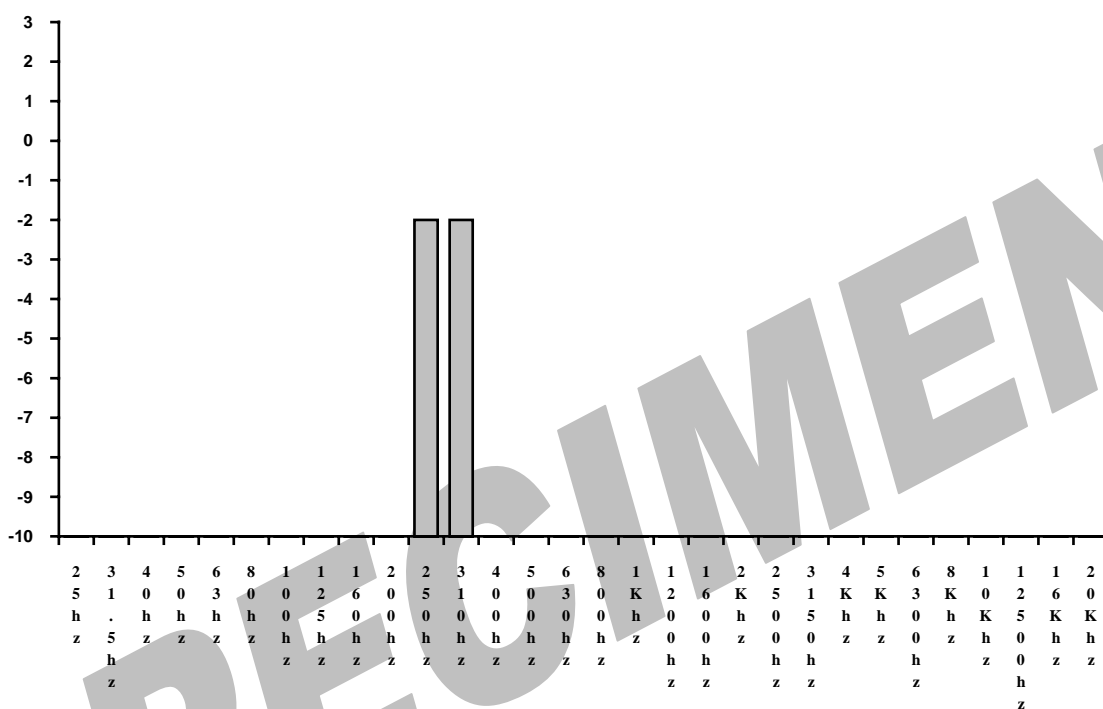


Photo n°3

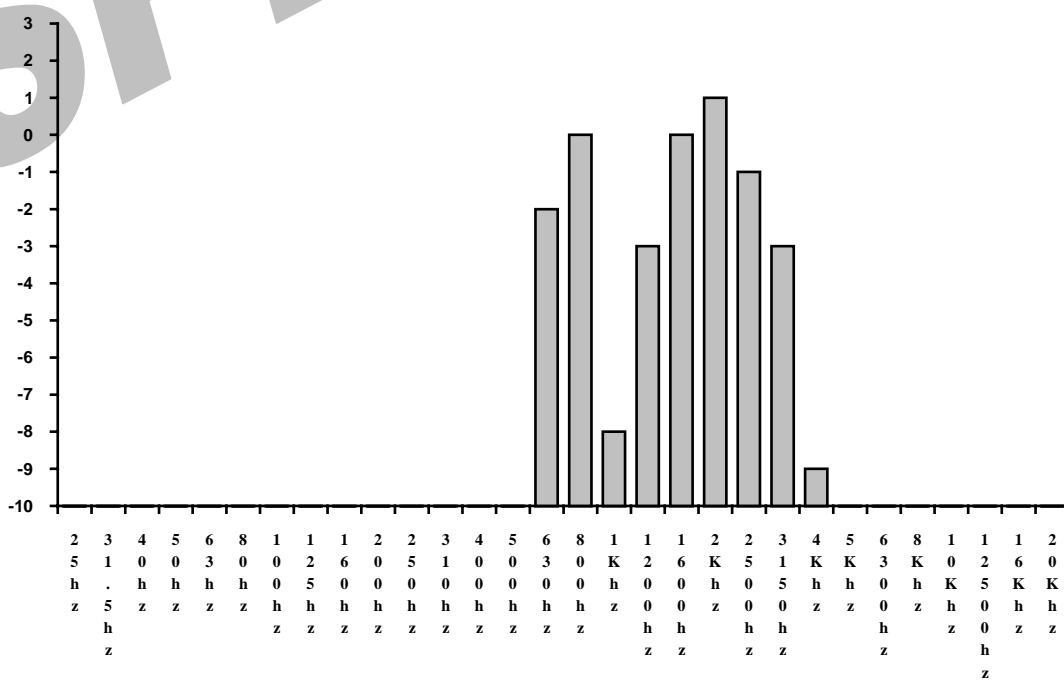


Photo n°4

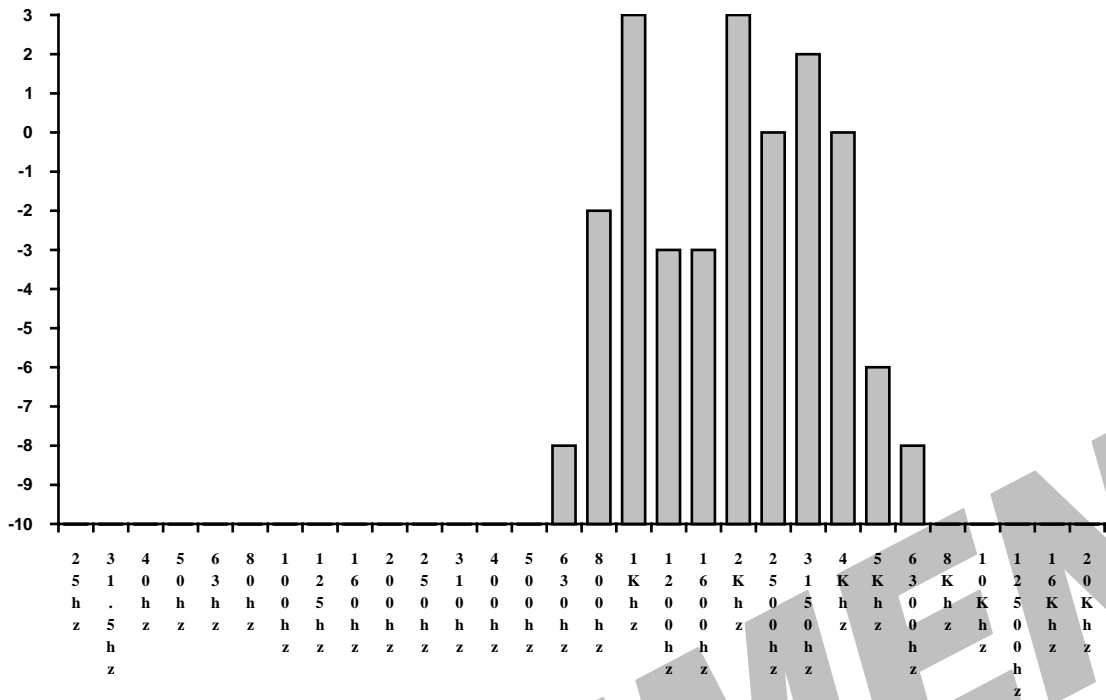
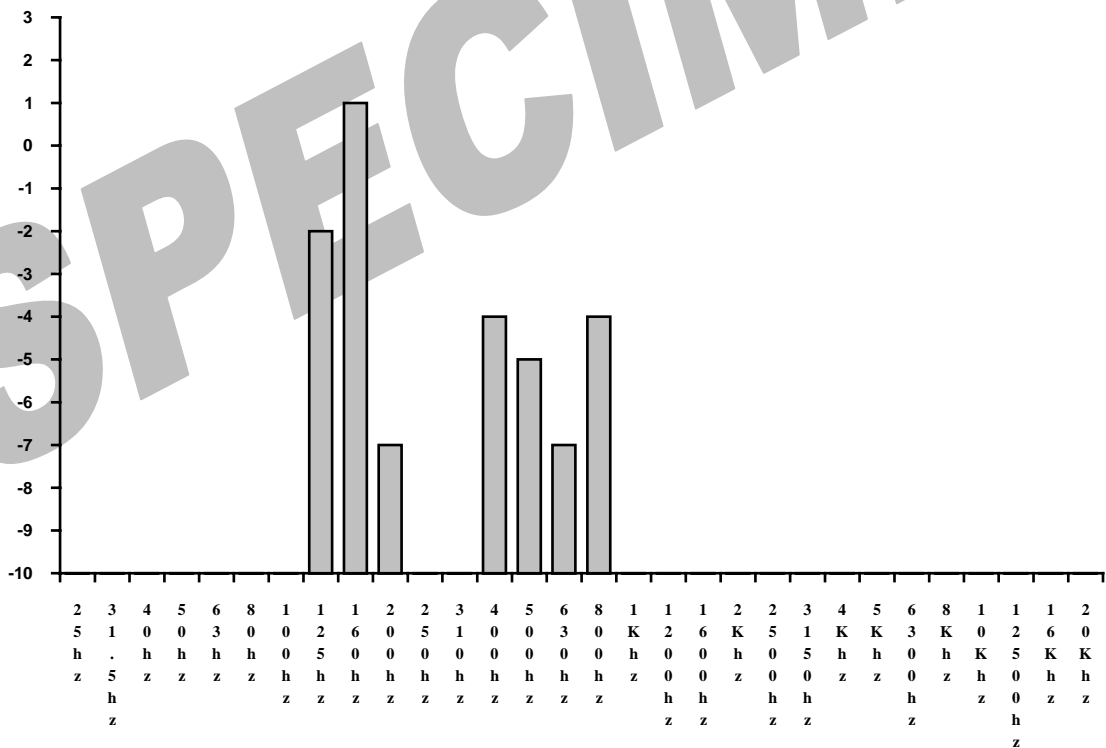


Photo n°5



La photo n°2 figure le grave émis seul.

Les photos n°3 et 4 représentent l'émission successive des deux éléments supérieurs. La comparaison des résultats met en évidence la difficulté d'isoler les éléments supérieurs entre eux au contraire du grave, qui est quasi indépendant et qui présente toutes les caractéristiques d'un détimbré.

La photo n°5 représente une note traditionnelle, un son "unique", dont le profil présente deux masses distinctes :

- la première correspond au son "fondamental",
- la seconde représente un groupe supérieur d'éléments formantiques de dynamique plus faible.

La comparaison montre dans la photo n°1 la présence plus forte des éléments supérieurs (effet multiphonique), dans la photo n°2 l'absence des éléments supérieurs (effet détimbré).

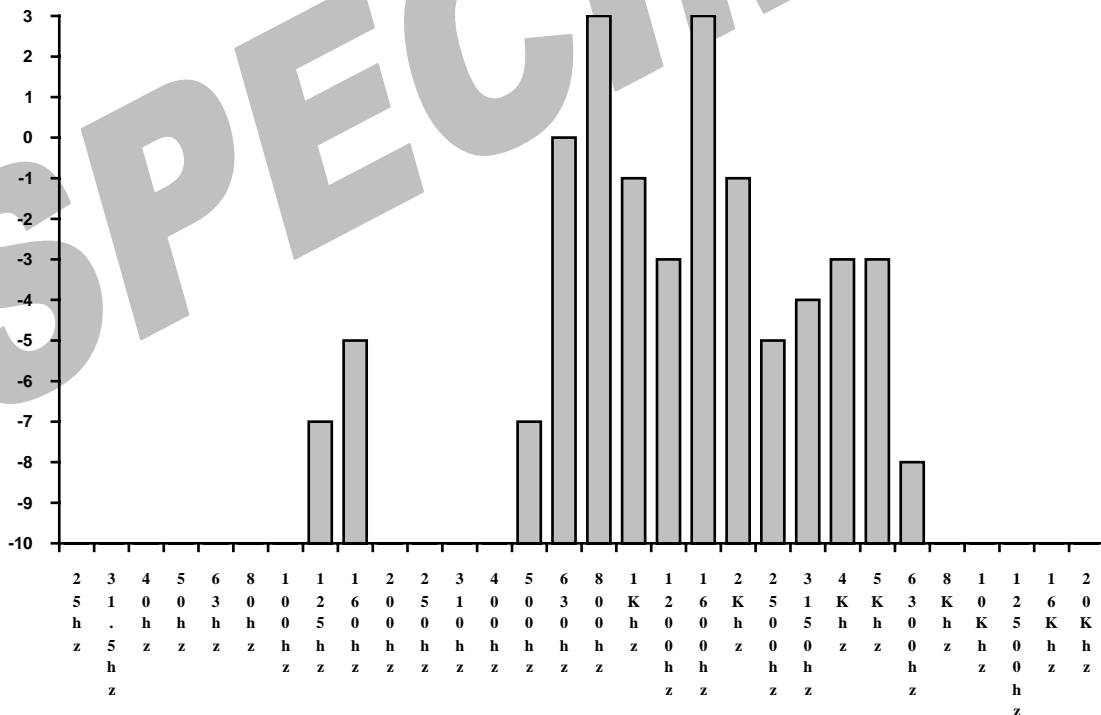
Nous allons maintenant comparer le même doigté à la clarinette basse.

Exemple n°11bis : Clarinette Basse



(Cf. photo n°6 de l'écran de l' Acoustic Analyzer model 500 INOVONICS)

Photo n°6



Les fréquences affichées photo n°6 se situent vers :

- a) 125 & 160 Hertz
- b) vers 500 Hertz
- c) 630 & 800 Hertz
- d) vers 1.600 Hertz
- e) 4.000 & 5.000 Hertz

Le nombre d'éléments distincts est plus important ; la tessiture couverte est plus étendue ; le second élément est nettement plus faible et les éléments supérieurs dominent. Cependant les fréquences émises à la base sont bien à l'octave grave de la clarinette Sib et respectent la relation naturelle entre les deux instruments.

- a) Mib (Reb_2) = 139,221 Hertz
- b) Réb (Si_3) = 496,128 Hertz
- c) Sol (Fa_4) = 701,631 Hertz

Photo n°7

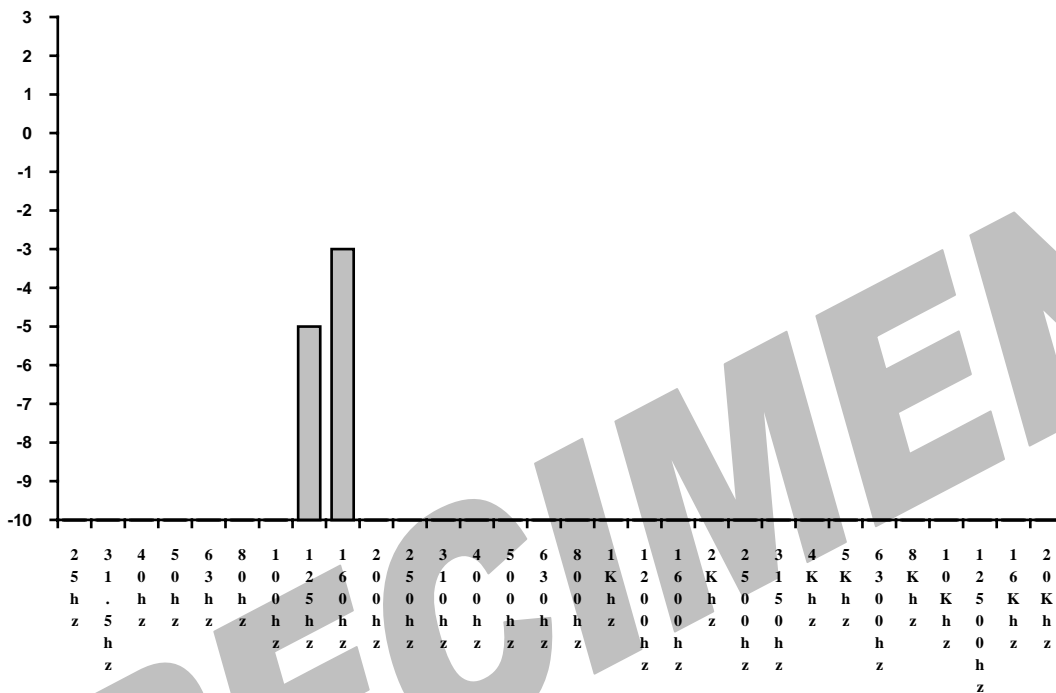
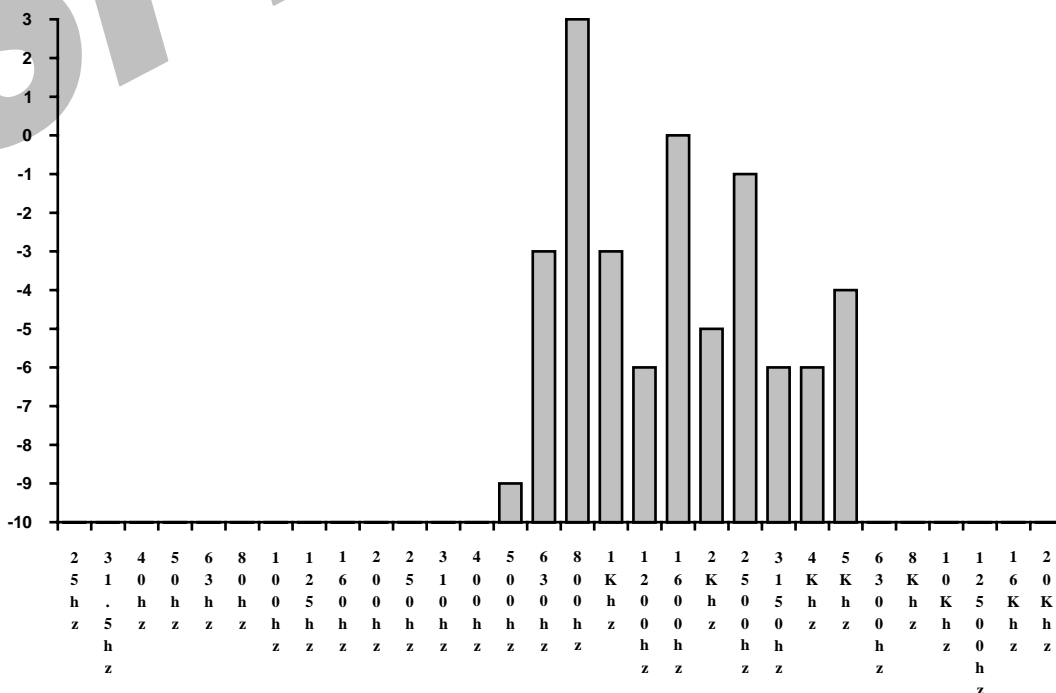


Photo n°8



§5 CONCLUSION

Aux vues des propriétés de l'anche et de la relation entre un multiphonique et son doigté, on constate que :

1) l'anche, par ses qualités de flexion/torsion, entretient naturellement plusieurs régimes d'oscillations. Le multiphonique est une variation combinatoire où plusieurs fréquences sont exploitées grâce à une technique spécifique de la *poussée physiasmique* (Cf.: Chapitre III, §1 et sqq.) et de la colonne d'air,

2) la colonne d'air peut être le siège de plusieurs phénomènes vibratoires simultanés,

3) le rapport des fréquences émises est de deux types : soit **harmonique** comme dans le cas des multiphoniques d'embouchure ou le cas des éléments conséquents aux fréquences principales des multiphoniques stables ; soit **inharmonique** justifié par le jeu du doigté complexe ou par les différentiels créés par le choc des fréquences à l'intérieur de la perce.

4) le son roulant, multiphonique instable, est le cas limite de production multiphonique ou le nombre de possibilités de régimes dépasse les capacités de réponse du système exciteur, l'anche, ce qui oblige à passer très rapidement des uns aux autres. Il est le produit, soit d'un doigté complexe qui par sa configuration donne trop de possibilités fréquentielles, soit d'un doigté fondamental grave (multiphonique d'embouchure) qui possède par essence tout l'ensemble de ses composants (partiels/harmoniques),

5) la perce de l'instrument (diamètre, longueur, facture, etc...) détermine également les capacités de fractionnement de la colonne d'air. Pour cette raison, la clarinette basse n'a pas les mêmes propriétés que la clarinette Sib, de même la clarinette Sib que la petite clarinette Mib, etc...

Un même doigté de son multiple n'aura pas le même rendement sur l'ensemble des représentants de la famille des clarinettes bien que le principe soit le même.

On assiste en fait à des variations combinatoires du même phénomène.

III

LE MÉCANISME DE PRODUCTION DU MULTIPHONIQUE et des autres anomalies sonores

§1 LA POUSSÉE PHYSIASMIQUE

Du grec φυσιασμος, qui désigne tout ce qui concerne le souffle utilisé par le musicien pour faire sonner son instrument (Cf. Aristote - Problèmes 11, 41), la poussée physiastique désigne l'ensemble des phénomènes qui accompagnent la production du flux aérien nécessaire à la mise en régime du système excitateur : l'anche.

On désigne deux moments physiologiques spécifiques : le moment de production et le moment de régulation.

§2.1 L'ACTIVITÉ RESPIRATOIRE : "moment de production"

C'est la ventilation obtenue par l'action conjuguée du diaphragme et des muscles abdominaux. Le muscle principal de l'inspiration est le diaphragme dont la contraction abaisse la partie centrale comme un piston qui descend dans un cylindre, agrandissant ainsi la cavité thoracique vers le bas. Lors de l'expiration, les muscles de l'abdomen, entrant en activité, font remonter le diaphragme en augmentant la pression intra-abdominale ; la ventilation ainsi obtenue peut dépasser 70 à 90 litres par minute.

(Cf. **J.H. COMROE** - *La physiologie de la respiration* - Ed. Masson - 1967 - ; **M. FAULKNER & E.P. SHARPEY - SCHAFFER** - "Circulatory effects of trumpet playing" in *Brit. Med. Jour.* 1. - p. 685/686 - 1969 - ; **M. RICQUIER** - *Traité Méthodique de Pédagogie Instrumentale* - Paris - 1976)

Le débit de cette ventilation varie en fonction du registre et de la dynamique utilisés. La différence de capacité de durée entre une note grave et une note aiguë prouve que la consommation d'air est plus importante dans les registres supérieurs. Ce qui a pour effet secondaire de rendre plus aisée la respiration circulaire (souffle continu, Cf. Annexe) dans le registre du chalumeau.

§2.2 L'ACTIVITÉ BUCCALE : "moment de régulation"

Pour moduler la pression et le débit, l'instrumentiste fait varier le degré d'ouverture de la gorge et le **volume de la cavité buccale**. Le musicien associe à la régulation de la pression physiastique la souplesse d'embouchure qui permet d'ajuster la position (+/- de bec) et la pince (+/- forte) selon la catégorie du son multiple.

En conclusion, la simultanéité ou l'indépendance d'émission stable multiphonique dépend de la faculté d'adapter la poussée physiastique à toutes les catégories de multiphoniques.

§3.1 CONTROLE D'OUVERTURE DE LA GORGE ET DU VOLUME DE LA CAVITÉ BUCCALE

L'espace volumique de la cavité "buccale" s'étend : en longueur, des lèvres aux cordes vocales ; en largeur, d'une joue à l'autre ; en hauteur, de la langue au palais. Pour des raisons de stabilité du masque, la position des joues doit restée fixe et tendue (sauf dans le cas de la respiration circulaire où elles servent de réserve d'air).

Les cordes vocales tendent à agrandir considérablement le volume de la cavité buccale en s'animant d'un important mouvement de recul, et ce de manière quasi réflexe, lors de l'émission des registres aigus (Cf. **J. MARCHI** - "*Mesures de pression statistique sur la clarinette*" in *Revue du CENAM - Paris - Avril 1985*) . Seule la distance de la langue au palais et le degré d'ouverture de la gorge peuvent se maîtriser consciemment.

§3.2 NOTIONS DE PHONÉTIQUE

Dans tout langage, on constate une articulation de sons musicaux (voyelles) et de sons bruits (consonnes) et il est possible de prononcer un son musical (voyelle) à l'état pur, par exemple [e], mais il est impossible de prononcer un son bruit (consonne) sans le support d'un son musical, par exemple [k] = "ke" ou [d] = "de".

La langue crée dans la cavité buccale, un résonateur de tel volume correspondant à la production des formants nécessaire à l'articulation de tel son musical.

Ce volume buccal dépend de la place de la langue et de sa distance au palais que l'on nomme "**aperture**" (degré d'ouverture).

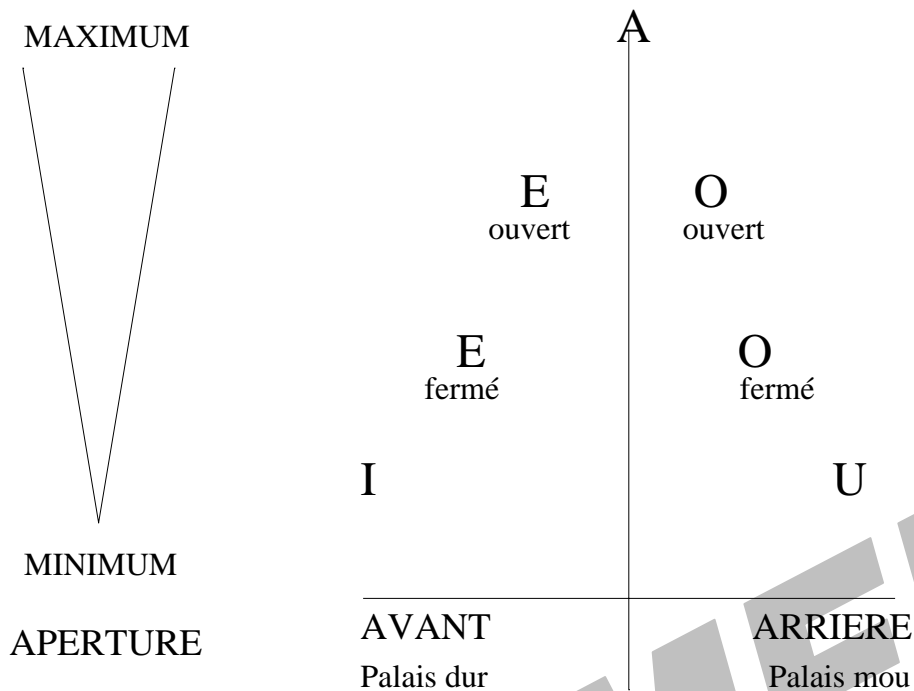
Le siège de l'aperture, endroit où se rétrécit le canal buccal est le point d'articulation. Au niveau du palais, on peut déterminer deux zones d'articulation : l'une vers l'avant (palais dur), l'autre vers l'arrière (palais mou/voile du palais).

Le son [a] est celui qui possède la plus grande ouverture, le son [u] (prononcé 'ou' opposé à [ü] prononcé 'u') présente un canal buccal rétréci au niveau du voile du palais, le son [i] présente un rétrécissement au niveau du palais dur, etc...

On peut classer ainsi les voyelles selon le point d'articulation et l'aperture qu'elles exigent.

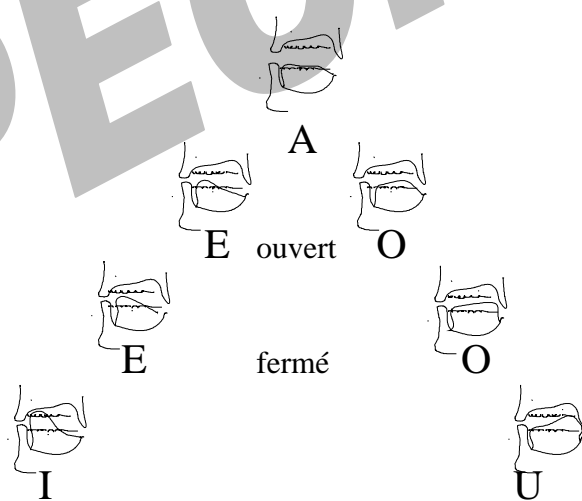
	ARTICULATION	APERTURE
[a]	médiane	maximum
[e]	avant/ <i>palais dur</i>	moyenne
[i]	avant/ <i>palais dur</i>	minimum
[o]	arrière/ <i>palais mou</i>	moyenne
[u]	arrière/ <i>palais mou</i>	minimum

Le report sur un graphique du point d'articulation de chaque voyelle, crée le "triangle vocalique" (Cf. **J. Marouzeau** - "*Le triangle des voyelles*" in *Lexique de Terminologie Linguistique p.232-233 - Ed. Geuthner - Paris 1969*) :



ARTICULATION

Le schéma obtenu correspond à la progression de la langue dans la cavité buccale, de la position la plus fermée en avant à la position la plus fermée à l'arrière.



PALATOGRAMME

La référence aux voyelles permet de modifier consciemment le volume de la cavité buccale, et donc de changer sensiblement le timbre, la couleur, la justesse d'un son et de soutenir l'embouchure. C'est par la pratique empirique que chaque musicien peut adapter sa morphologie et maîtriser cette technique dite de "vocalisation".

§3.3 APPLICATION INSTRUMENTALE

Au niveau du "moment de production" la bonne gestion de la pression des muscles abdominaux, associée à cette technique dite de vocalisation, permet de produire, sans changer le doigté naturel, tous les composants (partiels, harmoniques) du fondamental à l'image d'un trompettiste. Cette technique des "sauts d'harmoniques" est utilisée pour isoler ou combiner les éléments d'un multiphonique stable ou choisir les régions d'un multiphonique instable de forte densité. En effet, d'un doigté multiphonique stable, il est possible d'isoler chacun des composants de l'accord en faisant varier l'ouverture de la gorge, le volume de la cavité buccale et la conduite de la poussée physiologique, graduellement en s'aidant du triangle vocalique, la position des voyelles les plus fermées [u] et [i] correspondant aux sons des registres aigu et suraigu, la position de la voyelle la plus ouverte [a] aux registres médium et grave. Les degrés d'ouverture intermédiaire permettent l'émission simultanée des éléments du multiphonique.

Il est à remarquer que les degrés d'ouverture choisis changeront d'un musicien à l'autre, la physiologie et la morphologie de chacun entraînant de sensibles variations combinatoires, tout en respectant les principes déjà cités.

Nous traiterons de l'application instrumentale spécifiquement à chaque catégorie de son multiple décrite par la suite.

SPECIMEN

IV

LES DÉTIMBRÉS, LES MICRO-INTERVALLES ET LES ¼ DE TONS

§1.1 LES DÉTIMBRÉS À LA CLARINETTE

La clarinette Sib servira de base d'étude, pour ensuite étendre les résultats aux autres types d'instruments et les comparer.

Comme nous l'avons présenté dans notre introduction, un détémbré (ou son "écho") s'obtient soit par une baisse considérable de la dynamique et une altération du timbre dues à un équilibrage particulier de la colonne d'air, soit à l'aide de la poussée physiologique et de la technique de vocalisation, soit par un doigté spécifique, comme le multiphonique ou le ¼ de ton. Mais tous les registres de la clarinette n'y réagissent pas avec un égal bonheur.

Nous verrons aussi qu'un bon nombre de doigtés de détémbrés peut servir de base aux multiphoniques.

§1.2 LE CHALUMEAU ET LE MÉDIUM

Exemple n°12 :

The image shows a musical staff with a treble clef and four notes: G4, A4, B4, and C5. Above each note is a vertical column of fingerings represented by black dots (fingered) and white circles (unfingered).
 - G4: 4 (fingered), 6 (fingered), 6 (fingered), 6 (fingered), 6 (fingered), 6 (fingered)
 - A4: 9 (fingered), 9 (fingered), 9 (fingered), 9 (fingered), 9 (fingered), 9 (fingered)
 - B4: 10 (fingered), 10 (fingered), 10 (fingered), 10 (fingered), 10 (fingered), 10 (fingered)
 - C5: 3 (fingered), 3 (fingered), 3 (fingered), 3 (fingered), 3 (fingered), 3 (fingered)

Si l'on compare aux doigtés originaux :

The image shows the original fingerings for the same four notes. Each note has a vertical column of fingerings: 1 (fingered), 2 (fingered), 3 (fingered), 4 (fingered), 5 (fingered), 6 (fingered).
 - G4: 1, 2, 3, 4, 5, 6
 - A4: 1, 2, 3, 4, 5, 6
 - B4: 1, 2, 3, 4, 5, 6
 - C5: 1, 2, 3, 4, 5, 6

On constate la profonde différence créée par l'utilisation des doigtés à structure complexe qui provoquent une perte de la dynamique et une altération du timbre. Il est certain que le recours à cette technique ne permet pas une grande vitesse d'exécution.

Les notes correspondants au corps du bas n'ont pas d'équivalent détimbré juste du fait du clétage et de la zone réduite de son "chuchoté" (Cf. Chapitre II, Acoustique, §2.3).

En dessous du Do (Ré3) il est possible de créer des doigtés complexes, mais la hauteur s'en trouve altérée sensiblement. On les utilisera pour obtenir des micro-intervalles.

Pour créer un doigté de détimbré dans ce registre il suffit donc de partir du doigté d'une note supérieure (d'au moins un demi-ton de la note désirée) qu'on assombrit en bouchant les trous de l'instrument dans la zone de son chuchoté.

Au contraire les doigtés de timbre ou de justesse ont pour base les doigtés traditionnels (Cf. Sib médium, Fa # médium, etc...).

§1.3 TABLEAU DES DOIGTÉS DE DÉTIMBRÉS DU CHALUMEAU

Ce tableau n'est pas exhaustif dans la mesure où il est possible de créer plusieurs doigtés pour une même note sur le même principe en fonction du timbre et de la justesse qui peuvent varier d'une clarinette à l'autre, d'une marque à l'autre, etc...

Exemple n°13 :

§2 DOIGTÉS DE TIMBRE ET DE JUSTESSE DU MÉDIUM

Les doigtés de timbre ou de justesse présentent une action sur la zone de son "chuchoté" très éloignée du doigté de base, créant une surface de dépression très importante correspondante aux cheminées laissées ouvertes. En conséquence, ces doigtés sont, pour la plupart, impropres à la création de multiphoniques stables. Le nombres de doigtés de correction est très important, le moindre changement (+ ou - un doigt) créant une variation "micrométrique" de la justesse et du spectre. Leur application permet de pallier les défauts, aussi minimes soient ils, inhérents à l'instrument.

Exemple n°14 :

(*) : Variations du timbre

Bien qu'utilisant le système des doigtés à structure complexe, leur application est bien différente de celle des doigtés de détimbré qui, par leurs caractères, sont plus proches des doigtés de micro-intervalles.

Par contre, de l'action éloignée sur la zone de son "chuchoté" on peut déduire les règles du mode de jeu des *bisbigliandi* qui consiste en des micro-trilles opérant davantage sur la couleur et le spectre d'une note que sur sa hauteur. Cette technique peut s'étendre à tous les registres évidemment.

Exemple n°15 :

§3.1 LE REGISTRE DU CLAIRON

Les doigtés utilisés pour le chalumeau et le médium n'ont pas de correspondance dans le clairon, du fait de la couleur particulière du 1er rang d'harmoniques impaires (le quintoisement). Il existe cependant quelques doigtés de substitution basés sur le même principe de structure complexe.

Exemple n°16 :

§3.2 LE SURAIGU

Faisant appel aux harmoniques impaires des rangs supérieurs, le suraigu possède déjà à l'état naturel tout un lot de doigtés de structure complexe pour rechercher la justesse et dans le nombre certains permettent une émission de faible intensité, mais sans avoir le même caractère que les détimbrés du chalumeau.

En résumé, seul le chalumeau et le médium permettent d'user de doigtés spécifiques de détimbrés. Les autres registres (clairon et suraigu), sauf exception, n'obtiennent le même effet, sans altérer la justesse, qu'en combinant le souffle et l'embouchure sur des doigtés traditionnels.

Ces doigtés de chalumeau détimbrés correspondent aux bases de manipulation des sons multiples tout comme les doigtés de micro-intervalles.

§4 LES MICRO-INTERVALLES ET LES ¼ DE TON

On peut créer assez facilement une échelle de ¼ de ton sur l'ensemble de la tessiture, tous les registres de la clarinette sont opérationnels et la correspondance traditionnelle subsiste entre le chalumeau, le médium et la clairon. Mais il faut tenir compte de la facture de l'instrument qui impose quelques contraintes et ne permet pas, dans ce cas, une grande virtuosité. La technique de production des micro-intervalles (variation de hauteur inférieure au ¼) étant une variation combinatoire de la technique des ¼ de tons, en conséquence nous ne parlerons globalement que de technique de micro-intervalles.

Les micro-intervalles nécessitent l'utilisation de doigtés à structure complexe comparables à ceux des détimbrés. Mais les limites d'utilisations sont cette fois seulement du domaine de la facture, du clétage. Dans les zones où les doigtés complexes sont inopérants (Cf. le clétage de l'extrémité grave de l'instrument) le musicien doit utiliser des subterfuges (variation de la pince à l'embouchure, utilisation des genoux pour boucher à moitié les quatre derniers trous, etc...) qui ne garantissent ni la précision ni la justesse.

De toute façon, le recours aux structures complexes digitales entraîne, s'il n'est ponctuel, une perte de vitesse d'exécution et de virtuosité.

Raison pour laquelle **Richard STEIN** se fit construire une clarinette en ¼ de ton par un facteur tchèqu **V. KOHLERT SOHNE GRASUTZ** et dont **Ivan WYSCHNEGRADSKY** détenait un exemplaire (Cf. **J.E. MARIE** - "L'homme musical" - p.47- Ed. Arthaud-1976).

La zone de son "chuchoté" est le domaine d'application des structures complexes qui produisent une altération importante du timbre dans le cas du détimbré, du fait que la note de départ est distante d'au moins un demi-ton de la note recherchée (Cf. Chapitre IV, Exemple n°1 : Do# assombri => Do détimbré (Sib₂). Dans le cas du micro-intervalle, l'immédiate proximité du son de départ entraîne une très faible altération.

Là encore la facture instrumentale répartit les clarinettes en deux groupes techniques : à anneaux ou à plateaux. Mis à part les endroits où le clétage rend impossible l'utilisation d'un doigté complexe, le système est cohérent. Pour créer un doigté micro-tonal, il suffit de partir du doigté de la note au ½ ton supérieur et de l'abaisser en agissant sur la zone de son "chuchoté" entre le pavillon et le doigté de départ. On obtient de cette manière une justesse relative très acceptable. Comme pour les détimbrés, la zone de dépression créée par la structure complexe est réduite et la forme des doigtés obtenus peut être exploitée pour produire des sons multiples stables.

§5 CONCLUSION

Le détimbré et le micro-intervalle fonctionnent sur le même principe de production et la structure complexe utilisée peut servir de base d'étude pour établir les règles de combinaison multiphonique. En effet, les doigtés complexes de ce type, en forçant la poussée physiologique, peuvent produire, en fonction de leurs formes, des sons multiples stables ou de forte densité.

On pourra déduire :

- 1) du comportement du détimbré, les règles de rapport dynamique, d'émission, de justesse des notes inférieures des multiphoniques;
- 2) du comportement des micro-intervalles, les règles de fonctionnement des éléments intermédiaires des sons multiples.

[On trouvera les tableaux des $\frac{1}{4}$ tons en fin d'ouvrage avec les tableaux des différents multiphoniques.]

SPECIMEN

LES MULTIPHONIQUES

§1.1 LES CATÉGORIES DE SONS MULTIPLES

Nous avons pu déterminer trois catégories de multiphoniques bien qu'à l'audition on puisse considérer qu'il n'en existe que deux. On perçoit clairement une catégorie stable de faible densité, produisant des "accords" à deux ou trois éléments fixes et une seconde catégorie instable de forte densité où il est difficile de déterminer des fréquences claires, produisant des sons "roulants". Mais cette dernière catégorie recèle en fait deux groupes d'origine différente à l'effet comparable : l'une produite avec les doigtés des fondamentales graves de l'instrument (parfois appelé multiphonique d'embouchure), l'autre produite avec des doigtés complexes comparables à ceux de la première catégorie.

Ces trois catégories se présentent donc de la manière suivante :

1. *Multiphoniques stables de faible densité produits par des doigtés complexes*
2. *Multiphoniques instables de forte densité produits par des doigtés complexes*
3. *Multiphoniques d'embouchure, instables de forte densité produits par des doigtés naturels des fondamentales (graves) de l'instrument.*

Les deux premières catégories s'obtiennent à partir des doigtés à structure complexe (Cf. Chapitre II, §2.4) comparables aux doigtés de détébré ou de micro-intervalles déjà décrits auparavant.

Une telle catégorisation permettra d'utiliser les catalogues de doigtés (présentés à la fin de cet ouvrage) par nature non exhaustifs, d'une manière générative et proposera une solution pour unifier l'écriture des multiphoniques dans les partitions contemporaines. (Cf. §9 de ce chapitre).

En effet, il devient maintenant possible de spécifier pour chaque catégorie :

- des règles d'ambitus,
- des règles d'incompatibilité de registres,
- des règles de combinatoire digitale,
- des règles d'attaque, de dynamique, de densité, etc...

Ainsi, les contraintes inhérentes à chaque multiphonique se révéleront-elles d'elles-mêmes, d'un simple coup d'oeil. Pour l'interprète, la lecture d'une notation souvent imprécise, ou une émission parfois délicate, trouveront leurs solutions dans une application raisonnée de chaque catégorie.

Par ces nouvelles connaissances, l'interprète déduit de lui-même ce qui lui convient le mieux, par delà tout supplément d'indications disparates.

Pour le compositeur, l'usage des multiphoniques est flou. Il lui est difficile de se figurer la réalité acoustique, très fluctuante dans le cas des multiphoniques instables à forte densité et le recours au tableau des doigtés lui est forcément nécessaire, ainsi que les conseils avisés d'un interprète pour palier à l'ignorance de l'ensemble des contraintes de jeu (doigtés, règles d'émission, etc...).

Comme les structures des doigtés complexes résistent en partie à la translation dans la même famille d'instruments (par exemple : d'une Clar. Sib à une Clar. Basse, etc...), et du fait des factures différentes, il est nécessaire d'exposer les variations combinatoires propres à chacune des catégories de multiphoniques en fonction de chaque type d'instrument.

§1.2 NOTION DE DENSITÉ

L'analyse des multiphoniques implique de prendre en considération la densité de l'objet sonore produit. Quand un son multiple stable présente 2, 3 ou 4 éléments fixes aisément discernables, on parlera de **densité 2, 3 ou 4** à son sujet, pour le définir avec précision, en opposition avec les autres classes de multiphoniques désignées ci-dessus, dont la densité est forte et aléatoirement variée.

§2.1 MULTIPHONIQUES STABLES DE FAIBLE DENSITÉ

Les principes généraux seront dégagés à la clarinette Sib pour exposer leurs variations combinatoires spécifiques aux différents types de clarinettes.

Les éléments qui composent les *Multiphoniques stables de faible densité* se répartissent sur les trois registres naturels : Chalumeau (+ médium), Clairon, Suraigu.

Les éléments extrêmes du son multiple stable sont les plus faciles à émettre simultanément ; les éléments intermédiaires sont souvent plus difficiles à isoler, exception faite de la situation où l'instrumentiste en variant la poussée physicienne peut éliminer l'un des éléments extrêmes.

§2.2 L'AMBITUS OPÉRATOIRE DES DIFFÉRENTS REGISTRES

a) Le chalumeau et le médium

La base (note la plus grave) en doigté complexe suit les règles de tessitures des détimbrés. En de çà du Si (La_2) détimbré, les doigtés employés sont du domaine des multiphoniques d'embouchure stabilisés. On ne peut descendre en dessous du Lab ($Solb_2$) en utilisant un doigté de structure complexe, en conséquence des limites entraînées par la facture du clétage.

Exemple n°17 :

L'élément supérieur est ici un solb (Mi_5) un

peu bas correspondant au rang n°7 des harmoniques impaires.

On est en fait en présence d'un multiphonique d'embouchure stabilisé par la clé 1, et dans ce cas le rapport avec ses éléments potentiels sont "harmoniques". Tous les sons multiples du tableau n°3 (Cf. à la fin de ce chapitre) sont de cet ordre. Ils s'appliquent aux clarinettes Mib, Do, Sib et La, à leur type de perce et correspondent à leurs réactions particulières aux multiphoniques d'embouchure.

La tessiture, donc, des éléments graves en combinaison complexe s'étend du Si (La_2) au La (Sol_3) et les possibilités multiphoniques augmentent progressivement dans la partie supérieure de l'ambitus.

Règles de combinaisons digitales

Les capacités multiphoniques sont tributaires des règles de combinaison des trous entre eux en fonction du clétage et de la facture. Ainsi plus l'élément grave est dans la partie supérieure du chalumeau, plus son point d'émission se situe près de l'embouchure et donc laisse de la place aux manipulations permettant d'obtenir les composants supérieurs sur le reste de l'instrument. Ce fait justifie le classement par la note "fondamentale" de l'accord puisque c'est autour de son point d'émission que l'on cherche toutes les combinaisons permettant de varier les éléments supérieurs.

Pour illustration, nous allons prendre la série en base Sib (Lab_2) du tableau n°1 :

Exemple n°18 :

The diagram shows five vertical columns of finger holes. Each column has five holes. The first four columns have a white circle (open) at the bottom hole, while the fifth column has a black dot (closed) at the bottom hole. The columns are labeled 1, 4, A, and 1. Below the diagrams is a musical staff with notes corresponding to the combinations. A large watermark 'SPECIMEN' is overlaid on the diagram.

[Les notes blanches de l'accord sont les sons dominants au contraire des sons de dynamique plus faible notés par des notes noires.]

Les quatre premiers doigtés présentent le même point d'émission du grave : le trou de l'index droit, autour duquel s'organise une série de combinaisons digitales forcément restreinte par le peu d'éléments mobiles restants.

Le cinquième doigté présente une manière d'obtenir une base Si + $\frac{1}{4}$ à partir d'un doigté de Réb abaissé par le jeu de la main droite. Dans ce cas le doigté obtenu est unique, il n'y a plus de place digitalement pour un élément mobile qui permettrait de changer la partie supérieure du son multiple sans en transformer le "fondamental".

b) Le clairon

C'est le registre central des sons multiples. Il peut devenir "fondamental" à son tour si l'on efface la première fréquence située dans le chalumeau.

Quand le point d'émission est commun avec l'élément suraigu, il est plus difficile de l'émettre simultanément (dans ce cas la note du clairon est très faible), très souvent il n'est possible que de les exprimer successivement.

Exemple n°19 :



Règles de combinaisons digitales

On perçoit un troisième élément au centre qui n'est clairement audible que joué alternativement avec le suraigu, son point d'émission lui étant commun (le trou du majeur de la main droite).

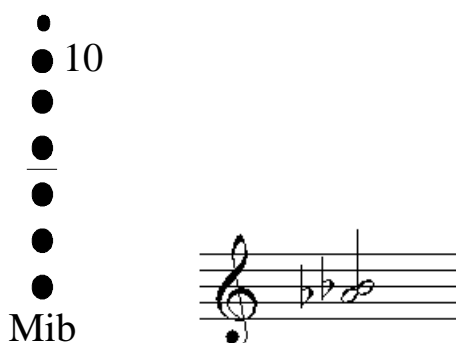
Les fréquences émises sont : Fa (Mib₃) détimbré [dont le point d'émission (clé 9) correspond à un Lab (solb₃) assombri] ; Solb (Mi₄) [dont le point d'émission (trou du majeur de la main droite) correspond à un Fa (Mib₄) haussé d'un demi ton par la clé 9 qui fait office de clé de registre] ; Ré (Do₅) un peu bas [dont le point d'émission (trou du majeur de la main droite) correspond au doigté normal faussé par le trou bouché de l'index de la main gauche et l'utilisation de la clé 9 comme clé de registre].

On remarquera que le rapport harmonique attendu entre la note du clairon et le suraigu (harmoniques impaires du doigté de Sib (Lab₂) est perverti par l'action de la clé 9 et l'index main gauche).

Donc, la plupart du temps le registre central doit être compatible numériquement avec les deux autres registres, ayant souvent son point d'émission en commun avec les leurs.

Cependant, il est susceptible de fournir des composants multiphoniques sur l'ensemble de son étendue naturelle.

Exemple n°20 :



Cet exemple est extrait de la **Sequenza IX** de **Luciano BERIO** où il faut utiliser une clarinette descendant au Mib. Le Lab (Solb₃) est un La (clé 10) abaissé par l'ensemble du doigté et le Sib (Lab₃), 1ère note du clairon, est le quintoiement du Mib grave (fondamentale rendue possible par la facture particulière de l'instrument). On notera l'extrême proximité des deux éléments dépendants chacun d'un registre différent.

c) Le suraigu

Partie supérieure et ultime du son multiple, ses limites sont celles définies par la technique des "sauts" d'harmoniques et il dépend lui aussi de la forme du doigté utilisé. Il est évident que, se situant à l'extrémité de la tessiture, le suraigu ne pourra jamais être le "fondamental" d'un multiphonique. Son point d'émission se situe très souvent en dessous du point d'émission du grave pour les raisons combinatoires exposées plus haut.

§2.3 COMPORTEMENT COMPARÉ DE LA CLARINETTE BASSE

Les règles d'ambitus diffèrent uniquement du fait que l'instrument présente, comme le prouvent les "sauts" d'harmoniques, des qualités d'extension (et donc de capacité) harmonique plus grande. La conséquence de cette richesse est qu'un certain nombre de sons multiples, stables pour la catégorie de la clarinette Sib, deviennent des multiphoniques instables de forte densité (tous ces phénomènes sont encore plus sensible à la clarinette contrebasse). Les règles de combinaisons digitales restent les mêmes, tout en nécessitant une certaine adaptation à la facture (plateaux, extension du grave à l'Ut, etc...) et dans une certaine mesure, les lois de la transposition d'un instrument à l'autre sont observées (Cf. Chapitre II, Acoustique, §4, exemples n°10 & 10bis).

§2.4 PRINCIPES GÉNÉRAUX ET RÈGLES DE RÉALISATION

a) Le premier registre ne peut être le siège que d'un seul élément.

b) Face à un accord dont on ne connaît pas le doigté :

- s'il est de **densité 2**, il faut vérifier si le doigté du grave est compris dans l'ambitus adéquate et s'il existe un doigté susceptible de se combiner avec l'élément supérieur.
- s'il est de **densité 3 ou 4**, il faut d'abord isoler les éléments extrêmes, puis procéder comme précédemment en intégrant ensuite les 1 ou 2 éléments intermédiaires.

c) Si le premier composant se situe dans le clairon, il faut considérer qu'il peut exister une base non exprimée dans le registre détimbré du chalumeau. Il faut, dans ce cas, partir du doigté du clairon ou de ses quelques variations digitales possibles.

Voici un exemple de création d'un doigté de substitution du fait d'un doigté proposé nécessitant une clarinette descendant au Mib (V. BUCCHI - **Concerto per clarinetto solo** - Ricordi - 1969).

Exemple n°21 :

Doigté proposé

Doigté substitué

On obtient un accord approchant l'original, seul l'élément supérieur n'apparaît pas (Le point d'émission du Ré se situe clé 7, le Si est l'harmonique V du doigté de Sol grave).

§3.1 DOIGTÉS MULTIPHONIQUES INSTABLES DE FORTE DENSITÉ

La forte densité de ce type de son multiple est le produit d'une forte capacité générative de fréquences du doigté complexe utilisé. Ces doigtés présentent dans leur structure une surface de dépression importante matérialisée par un grand nombre de trous laissés ouverts multipliant ainsi les capacités "harmoniques" de la colonne d'air.

Le système excitateur - l'anche - se comporte comme s'il ne pouvait déterminer quelles fréquences privilégier dans sa mise en régime, du fait du grand nombre de possibilités qui lui sont offertes. On obtient un son "roulant", un balayage de fréquences entre deux sons extrêmes qui obéissent aux règles déjà citées. Le chiffrage de cet objet sonore ne peut se faire qu'en considération du son le plus grave et le plus aigu. Cependant on peut préciser quelle région de cet agrégat sonore on souhaite entendre.

Ici intervient la technique de vocalisation qui, permet en faisant varier l'ouverture de la gorge et le volume de la cavité buccale, de déterminer les paliers (3 ou 4 régions ou zones généralement : grave, médium, aigu, suraigu) de différentes hauteurs où se produit le roulement. Cela consiste, en fait, à varier les limites extrêmes du multiphonique.

[On retrouvera cette technique pour les sons multiples d'embouchure.]

Il faut noter que s'il est possible d'émettre séparément chaque région harmonique, il est impossible d'en émettre simultanément la somme totale attendue, en raison de l'effet de roulement déjà décrit, de même que de fractionner chaque région pour en déterminer les hauteurs précises qui la composent.

Exemple n°22 :



Le son multiple obtenu a pour base un Mib (*Ré*₃) (le point d'émission se trouve au niveau du trou du majeur main gauche), l'instabilité réside dans le rapport entre l'élément médium La (*Sol*₄) (le point d'émission se trouve au niveau de la clé 6) et les éléments supérieurs potentiels Fa (*Mib*₅) (le point d'émission se trouve au niveau de la clé 6) et Sol (*Fa*₅) (le point d'émission se trouve au niveau du trou du majeur main gauche) en alternance.

On remarque que les points d'émission font double emploi et que le nombre des dépressions sur la colonne d'air est important.

Exemple n°23 :



Dans cet autre exemple, la partie supérieur du multiphonique est seul instable, produisant un battement très rapide et serré dû aux différentiels des fréquences les plus aiguës.

§3.2 COMPORTEMENT COMPARÉ DE LA CLARINETTE BASSE

Le caractère instable des doigtés du type de l'Exemple n° 23 est renforcé par les capacités harmoniques de la clarinette basse déjà mise en évidence. De plus, la surface de dépression est proportionnelle à la surface des cheminées et elle augmente considérablement, en fonction de la facture et de la taille de la perce, de la clarinette alto à la clarinette contrebasse.

Cette augmentation n'est pas étrangère au fait que certains doigtés stables pour le type de la clarinette Sib deviennent instables pour la classe de la clarinette basse. Le phénomène est flagrant à la clarinette contrebasse.

§3.3 RÈGLES D'EMPLOI

A la vue de la configuration du doigté, il est possible de prévoir son état de stabilité. Dès lors qu'il présente une multiplicité de dépressions pouvant générer un nombre important de fréquences différentes, il a toutes les probabilités d'être instable.

De plus, s'il présente des fréquences trop rapprochées, leur rencontre peut créer dans la colonne d'air tout un jeu de différentiels qui vont compliquer l'émission du son multiple.

Mais les règles d'ambitus exposées plus haut restent les mêmes.

§4 LES MULTIPHONIQUES D'EMBOUCHURE

Cette variété de son multiple instable a la particularité d'avoir pour base les fondamentaux de l'instrument. La taille de l'instrument joue donc un rôle important dans la capacité d'émettre. Ainsi la clarinette Sib ne peut les obtenir d'une façon satisfaisante que sur les quatre dernières notes du chalumeau, et encore faut-il souligner que le nombre de régions où il est possible d'émettre diminue progressivement du Mi au Sol, au fur et à mesure qu'on raccourcit la colonne d'air.

Si nous reprenons l'exemple du chapitre II : **CHARISMA** de **I. XENAKIS** (pour clarinette et violoncelle, Edition Salabert), nous voyons que le compositeur demande d'émettre successivement chaque région dans un ordre donné. Il n'est possible de le faire que si on utilise la technique de vocalisation combinée avec la technique des "sauts" d'harmoniques.

En changeant le volume de la cavité buccale sur le modèle des voyelles, en passant de la voyelle d'aperture (ouverture) maximum [a] à la voyelle d'aperture minimum d'avant [i] par

l'intermédiaire de la voyelle [e] et [u], on peut stabiliser relativement les quatre régions principales du son multiple avec cette correspondance :

Voyelle	Ouverture	Région	/	Zone
[a]	maximum	grave		I
[e]	moyenne (avant)	médium		II
[u]	minimum (arrière)	aigu		III
[i]	minimum (avant)	suraigu		IV

La capacité à générer ces multiphoniques s'accroît avec la longueur et le diamètre de la perce, ainsi la clarinette basse peut les produire sur l'ensemble du chalumeau et, du fait de sa plus grande tessiture, possède des régions plus étendues.

§5.1 RÈGLES D'ATTAQUE ET D'ENCHAINEMENT INTERNE

Les règles d'émission sont, dans leurs principes fondamentaux, communes à toutes les catégories de sons multiples et ne diffèrent des règles habituelles que par la nécessaire maîtrise de la poussée physasmique et de la technique de vocalisation qui permettent de choisir avec précision la région d'attaque du multiphonique. Cependant, le temps de mise en régime du système exciteur est relativement long et varie selon la densité et la région choisie.

Ce temps de réponse conditionne l'usage de la langue, il rend quasi impossible les attaques répétées dans un temps très court et il impose une vitesse réduite limite pour enchaîner une série de sons multiples.

§5.2 MULTIPHONIQUES STABLES

La faible densité d'éléments fixes permet de les combiner et de choisir des hauteurs précises d'attaque. Les rapports de dynamique exposés au §4 du Chapitre II (la faible puissance du "fondamental") compliquent quelque peu l'usage des deux figures traditionnelles d'attaque :

a) **l'attaque "dans le son"**, par la poussée physasmique seule sans recourir à l'usage de la langue, entraîne un retard imperceptible de l'apparition des éléments supérieurs dû au temps de réponse de la mise en régime de plus forte dynamique des registres du clairon et du suraigu

b) **Le coup de langue** produit des transitoires d'attaque qui privilégient un élément (généralement le "fondamental") en retardant de façon très sensible les autres éléments.

En conséquence, exception faite des multiphoniques stables où il existe un rapport "isodynamique" entre leurs éléments, l'attaque dans le son sera préférée au coup de langue pour obtenir une plus grande simultanéité du grave à l'aigu.

Une suite d'attaques répétées sur un même doigté multiphonique n'est possible qu'à petite vitesse. Déjà à la vitesse limite, le résultat est le plus souvent un effet d'appoggiature entre les extrêmes du son multiple, ceci dû au temps de réponse de l'anche.

L'exemple n°3 et les suivants du Chapitre I présentent, dans un même son multiple, une relative indépendance d'émission des différents registres. On peut très aisément articuler les éléments entre eux en les liant ou les détachant à volonté, et ce, plus facilement que les régions des multiphoniques instables. Il faut noter, cependant, que l'attaque des extrêmes grave et aigu est plus aisée que celle des éléments intermédiaires du fait du contrôle plus précaire de la poussée physiologique pour les obtenir.

§5.3 LES MULTIPHONIQUES INSTABLES

La notion de régions entraînée par la multiplicité des composants aboutissant à un effet de son "roulant" rend les points d'attaque très imprécis. Seuls les deux éléments extrêmes virtuels peuvent être attaqués séparément, le suraigu restant souvent très aléatoire.

La souplesse d'attaque du multiphonique instable de structure complexe dépend de sa densité qui impose un temps de réponse très long au système exciteur, le roulement obtenu étant l'expression du cycle de ce temps de réponse durant le balayage (émission successive très rapide) des composantes harmoniques. Ce "balayage" limite aussi la fréquence des attaques répétées.

Il est donc possible d'utiliser les deux modes d'attaque précédemment décrits, mais il est très difficile de garantir, dès la transitoire d'attaque, la couleur et la composition spectrale de ce type de son multiple. Pour ce faire, l'attaque "dans le son" reste préférable, là aussi, dans la plupart des cas.

De plus, s'il est possible, d'enchaîner les différentes régions d'un même multiphonique, il est difficile d'en obtenir l'émission simultanée intégrale pour les raisons déjà exposées au §3.1 de ce chapitre.

L'attaque du multiphonique d'embouchure ne pose aucun problème de stabilité quant au fondamental, mais la détermination des régions harmoniques ne peut être d'une grande précision de hauteur et leurs enchaînements restent de ce fait, assez aléatoire comme le montre le chiffrage utilisé dans **CHARISMA** de **I. XENAKIS** (Cf. Chapitre II, §3).

Le multiphonique est donc forcément rebelle au jeu d'attaques répétées qui ne peut garantir un effet identique. Par contre il est possible de faire des glissandi multiphoniques ascendants et descendants en glissant d'une région à l'autre, de la fondamentale à l'extrême aigu ou vice versa.

§5.4 RÈGLES D'ENCHAÎNEMENT

Il n'y a pas d'incompatibilité d'enchaînement aussi bien dans une même catégorie qu'entre les différents types de multiphoniques. Mais il est vrai, que, du fait du temps de réponse variant selon les densités, l'enchaînement de différents sons multiples est impossible au delà d'une vitesse moyenne dont le compositeur doit tenir compte, ainsi que des difficultés de combinaison des structures digitales complexes.

V. BUCCHI - Concerto per clarinetto solo - Ed. Ricordi :

12

Mib

La partition suppose l'utilisation d'une clarinette Sib descendant au Mib. [On remarquera que la fondamentale du premier accord est plutôt un Mib + 1/4 ton qu'un Mi naturel comme il est écrit dans la partition].

Pour une clarinette Sib conventionnelle on peut utiliser cette suite de doigtés :

L'émission du troisième accord est rendu plus aisé d'autant que le doigté original ne permet pas la perception de la note intermédiaire. Le huitième corrige une erreur de la partition. Quant au dernier accord, sa structure est quelque peu changée comme nous l'avons déjà vu dans ce chapitre (Exemple n°21).

L'enchaînement de doigtés multiphoniques stables avec différents modes de jeu (trilles, émissions successives puis simultanées, etc...) est tout à fait possible comme le montre la pièce pour clarinette seule "BAO LA" de TON THAT TIET (Ed. Transatlantiques).

TON THAT TIET - "BAO LA" - Ed. Transatlantiques :

ou cet autre extrait pour clarinette seule :

Michael JARRELL - ASSONANCE - Ed. H. Lemoine :

On remarquera la différence de notation (R = 12, Sol# = 9, etc...).

§9 CLASSIFICATIONS ET TABLEAUX

Le recours aux tableaux est rendu nécessaire dans un premier temps, pour assurer les bases d'une utilisation générative.

En effet ces tableaux sont, par nature, non exhaustifs et limitent, dans une certaine mesure, l'exploitation multiphonique de la clarinette si l'utilisateur se contente de l'appliquer "au pied de la lettre" sans rechercher d'autres combinaisons.

En se servant de ces tableaux comme point de départ, il est possible, en appliquant les règles génératives ici décrites, de trouver de nouveaux multiphoniques dans chacune des différentes catégories pour répondre aux besoins de la création en constante évolution.

Pour plus de commodité, les multiphoniques sont classés, au sein d'une même catégorie, selon la basse (naturelle ou altérée) de l'accord et selon le doigté de base utilisé.

Nous aurons par exemple dans la catégorie des multiphoniques stables de faible densité, la série des sons multiples construite sur la "fondamentale" Do (Sib_2), comprenant les différents doigtés permettant d'isoler, par nature, l'émission détimbrée de cette "fondamentale". Les notes

blanches de l'accord sont les sons dominants au contraire des sons de dynamique plus faible notés par des notes noires.

SPECIMEN

ANNEXE

§1 LE SLAP

A l'origine ce terme désignait la technique de pizzicati utilisée par les contrebassistes de jazz qui consiste à faire claquer les cordes sur la touche de l'instrument (Cf. Pizz. Bartok).

Le slap est une variété particulière de détaché très court. Bien maîtrisé, son usage peut s'étendre à l'ensemble des clarinettes. L'effet obtenu est un claquement accompagné de la résonance très brève et d'assez faible dynamique, du tube de l'instrument. La clarinette prend alors la couleur d'un instrument de percussion à hauteur précise, tel un xylophone ou un marimba. La transitoire d'attaque est limitée à un seul mouvement, très sec, de l'anche.

Le résultat est que la perception du registre quintoyé est possible, mais très délicat à obtenir, la résonance de la note fondamentale l'emportant sur l'action de la clé de registre, la colonne d'air de l'instrument étant insuffisamment sollicitée pour entretenir l'harmonique.

Le musicien doit utiliser plus de surface de langue que dans le staccato traditionnel. C'est le dos de la langue qui, en se creusant, donne l'impression de coller à l'anche en l'aspirant, et accompagne le départ de cette dernière en l'écartant de la table du bec. Du fait de son élasticité l'anche revient à sa position première en bouchant d'un coup sec le bec de la clarinette et en faisant raisonner le tube de l'instrument. La langue plaque l'anche sur la table du bec dès son premier retour pour obtenir le slap seul ou bien le musicien peut enchaîner avec la note habituelle correspondant au doigté choisi. Pour faciliter sa position, la langue doit prendre appui sur les incisives inférieures. La poussée physiologique maintient une pression moyenne donnant l'impression au musicien de ne souffler quasiment pas dans la clarinette.

L'apprentissage du "slap" est plus aisé sur les instruments graves de la famille des clarinettes en raison de la taille de l'anche (plus large et plus longue, elle facilite le phénomène d'aspiration décrit plus haut) et du volume intérieur de la perce (plus important, il offre une plus grande résonance en relation avec la tessiture).

§2 LE FLATTERZUNGE

Ce mode de jeu, qualifié à tort de "trémolo dentale" par RAVEL, se superpose à l'émission traditionnelle. L'effet donne l'impression d'un battement très rapide, d'un roulement.

Il existe deux moyens de réalisation :

- a) Flatterzunge de gorge (uvulaire)
- b) Flatterzunge de langue (apical)

a) la gorge :

Simultanément à l'émission naturelle de la note, le musicien produit un son [r] roulé uvulaire obtenu par les battements de la luette ("uva" en latin) au fond de la gorge ([r] Parisien en phonétique).

Le roulement est assez irrégulier, surtout sur une longue période, le mouvement de la luette étant très sensible aux variations de pression de l'activité respiratoire. De plus, son usage est très délicat, voir impossible, dans le registre suraigu où l'ouverture de gorge monopolise le larynx et gêne les vibrations de la luette.

Ce type de flatterzunge est à rapprocher du "growl" bien connu des musiciens de Jazz.

b) la langue :

Dans ce cas le musicien produit un [r] roulé apical, de la pointe ("apex" en latin) de la langue ([r] Russe en phonétique).

Le flatterzunge de langue à l'avantage d'être très régulier, soutenu, et efficace avec un certain confort sur toute l'étendue de la tessiture, y compris le suraigu.

Il est à noter que certains musiciens issus de cultures où l'appareil phonatoire ne connaît pas le [r] apical (exemple : la langue japonaise) rencontrent des difficultés à son utilisation.

L'usage du flatterzunge devient quasi inaudible dans les extrêmes graves de la clarinette basse et contrebasse, du fait de l'interférence entre les battements de la langue ou de la lueite et ceux de l'anche, la vitesse des cycles étant très proche.

§3 LE CHANT DANS L'INSTRUMENT

L'effet peut s'apparenter aux multiphoniques dans la mesure où deux fréquences sont émises simultanément. Mais ici la source des composants est distincte : d'un côté les cordes vocales de l'instrumentiste, de l'autre l'anche.

Pour que le résultat soit probant, il est nécessaire qu'il n'existe aucune incompatibilité entre l'action du larynx induite par la partie chantée et le jeu purement instrumental.

Donc, en plus des limites naturelles du chant (tessiture du musicien), il reste les limites combinatoires liées aux incompatibilités techniques par nature comme, par exemple, le sur aigu qui bloque le larynx en faisant descendre les cordes vocales (Cf. **J. MARCHI** - "*Mesures de pression statique sur la clarinette*" - Revue du CENAM - 1985).

Evidemment, il est impossible de différencier par la dynamique les deux composants.

Il est quasi impossible d'utiliser les fosses nasales pour faire résonner le chant du fait de la perte d'air que cela entraîne, et de la baisse considérable de la pression buccale qui s'en suit, ne permettant pas de soutenir le jeu instrumental.

Ce mode de jeu, praticable sur l'ensemble des clarinettes, devient moins pertinent dans le cas des extrêmes graves de la clarinette basse et contrebasse à l'image du flatterzunge étudié précédemment.

§4 LA RESPIRATION CIRCULAIRE

La respiration circulaire ou souffle continu permet de tenir un son ou une phrase musicale sur une très longue durée sans respiration apparente.

Dans ce cas, la cavité buccale sert de réservoir d'air et les muscles des joues de soufflets. La technique consiste à utiliser l'air contenu dans les joues pour relayer le flux d'air venant des poumons.

Pendant que les joues font office de soufflet en maintenant la pression dans l'instrument, le musicien inspire par le nez pour remplir ses poumons qui, à leur tour, relayeront la cavité buccale une fois celle-ci épuisée, et ainsi de suite...

Les principales difficultés sont d'un côté l'indépendance nécessaire entre le mouvement de soufflet et la prise de respiration, de l'autre le retour à l'activité physiologique traditionnelle qui provoque le relâchement de la lueite (qui vient fermer naturellement la cavité buccale lors de l'action des muscles des joues) pouvant entraîner une rupture du souffle si le musicien n'y prend garde.

La tessiture la plus propice est le grave et le médium, dans l'aigu cette technique est quasi impossible.

La pièce de **Brian FERNEYHOUGH** " Time and motion study I " (Edition Peters) pour clarinette basse solo est un bel exemple de partition où il est possible et même conseillé d'utiliser la respiration circulaire.

§5 TABLEAU DES FRÉQUENCES EN Hertz (LA = 442 htz)

Octave	Do	Do#	Ré	Ré#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si
-2										27,625	29,267	31,008
-1	32,851	34,805	36,874	39,067	41,391	43,851	46,459	49,221	52,148	55,25	58,534	62,015
1	65,702	69,611	73,749	78,134	82,781	87,703	92,918	98,443	104,297	110,5	117,071	124,032
2	131,407	139,221	147,499	156,271	165,561	175,407	185,838	196,888	208,596	221	234,141	248,064
3	262,814	278,442	294,999	312,541	331,125	350,815	371,676	393,777	417,192	442	468,282	496,128
4	525,629	556,885	589,999	625,082	662,251	701,631	743,352	787,554	834,384	884	936,565	992,256
5	1051,259	1113,769	1179,998	1250,164	1324,503	1403,262	1486,704	1575,108	1668,698	1768	1873,131	1984,129
6	2102,512	2227,536	2359,992	2400,328	2649,006	2806,525	2973,409	3150,217	3337,539	3536	3746,261	3960,025
	4205,024											

§6 LE SPECTRE DE LA CLARINETTE

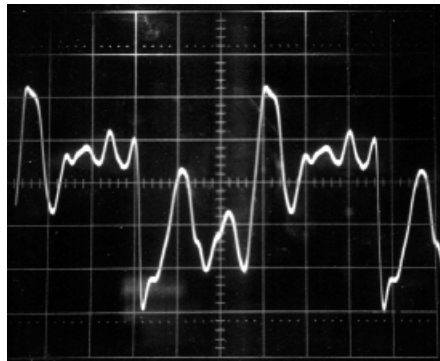
Les différents registres de la clarinette, basés sur les 12èmes (harmoniques 3) et les 17èmes (harmoniques 5), sont le reflet de son comportement acoustique qui privilégie les harmoniques impaires. La suite des 17èmes en doigté naturel n'est pas complète (exception faite dans le cas de la clarinette Système Marchi conçue à cet effet) du fait de la facture instrumentale et oblige le musicien à utiliser des doigtés complexes dans le suraigu pour corriger les partiels.

Echelle des premières harmoniques :

Harmoniques	Sons	Exemple
1	Fondamental	Ut3
2	Octave	Ut4
3	Quinte	Sol4
4	Octave x2	Ut5
5	Tierce	Mi5
6	Quinte x2	Sol5
7	Septième	Sib5
etc...	etc...	etc...

Le son d'une clarinette affiché sur l'écran d'un oscilloscope présente la forme d'un "signal carré" en créneau, révélateur de la somme des harmoniques impaires (Cf. Photo).

Photo d'un son de clarinette à l'oscilloscope :



[Pour plus de précision sur le spectre de la clarinette, on trouvera des informations plus détaillées dans le livre de **E. LEIPP** - *Acoustique et Musique* - Ed. Masson - 1980 - et les articles spécifiques d'acoustiques cités dans la bibliographie.]

§7 SENSIBILITÉ ET PERCEPTION DES MICRO-INTERVALLES

1. DÉFINITIONS DES UNITÉS DE MESURE :

1	comma	=	5	Savarts	
1	ton	=	10	commas	= 50 Savarts
½	ton	=	5	commas	= 25 Savarts
¼	ton	=	2,5	commas	= 12,5 Savarts

2. DÉMONSTRATION

Soient une note x et une note y ($x > y$), exprimées en Hertz, l'intervalle en Savarts entre les deux fréquences est par définition le logarithme de leur rapport multiplié par 1000 :

$$\log (x \text{ Hz} / y \text{ Hz}) \times 1000 = N \text{ Savarts}$$

Exemple : soit $x = 440 \text{ Hz}$ (La_3) et $y = 360 \text{ Hz}$ ($\sim \text{Fa}\#_3$), donc :

$$\log (440 / 360) \times 1000 \rightarrow \log (1.222) \times 1000 \rightarrow 0.087 \times 1000 = 87 \text{ Savarts}$$

La distance entre les deux notes est de 87 Savarts, or comme un comma représente 5 Savarts, on peut alors poser :

$87 / 5 = 17$ commas (+ 2 Savarts), soit 1 ton ½ + 2 commas (+ 2 Savarts),
soit une tierce mineure augmentée de presque ¼ de ton (en effet un son de fréquence 360 Hz correspond à une note un peu plus basse que le $\text{Fa}\#_3$).

Mais si l'écart de 87 Savarts correspond à la distance entre les deux sons, la différence entre les deux fréquences sera l'expression de l'opposition de phase (ϕ) qui, lors d'une l'émission simultanée se manifeste par le phénomène bien connu des battements. La fréquence de ces battements est la différence arithmétique des deux fréquences concernées soit :

$$x \text{ (Hz)} - y \text{ (Hz)} = \phi \text{ (Hz)} \quad (\text{fréquence du différentiel})$$

Exemple : $440 \text{ Hz} - 360 \text{ Hz} = 80 \text{ Hz}$

Dans cet exemple l'écart de 87 Savarts correspond donc à un différentiel de 80 Hz (Lorsque la fréquence du différentiel dépasse 30 à 35 Hz, un véritable son supplémentaire commence à être perceptible).

Le savart a donc une valeur relative en Hertz qui variera en fonction de la tessiture des notes.

3. EXEMPLE AVEC LES OCTAVES

Pour obtenir l'octave - supérieure ou inférieure - d'une note, il suffit de - multiplier ou diviser - sa fréquence par 2. Donc appliquons la formule sus définie :

$$\log (x \text{ Hz} / y \text{ Hz}) \times 1000 = N \text{ Savarts}$$

$$\log 2 \times 1000 \rightarrow 0,3 \times 1000 = 300 \text{ Savarts}$$

Donc entre 55 Hz (La_{-1}) et 27,5 Hz (La_{-2}) d'un coté, et 880 Hz (La_4) et 440 Hz (La_3) de l'autre, il y a toujours une distance de 300 Savarts pour un rapport en Hertz différent :

$$55 - 27,5 = 27,5 \text{ Hz} \quad \leftrightarrow \quad 880 - 440 = 440 \text{ Hz}$$

La valeur moyenne relative d'un Savart entre 50 Hz et 25 Hz sera :

$$27,5 / 300 = \sim 0,09 \text{ Hz}$$

La valeur moyenne relative d'un Savart entre 880 Hz et 440 Hz sera :

$$440 / 300 = \sim 1,4 \text{ Hz}$$

La valeur moyenne relative d'un $\frac{1}{4}$ de ton entre 50 Hz et 25 Hz sera :

$$0,08 \times 12,5 = \sim 1,14 \text{ Hz}$$

La valeur moyenne relative d'un $\frac{1}{4}$ de ton entre 880 Hz et 440 Hz sera :

$$1,4 \times 12,5 = \sim 17 \text{ Hz}$$

4. CONCLUSION

On constate qu'un écart de N en Savart correspond à un différentiel plus faible dans les fréquences graves que dans les fréquences aiguës.

En conséquence :

1) Les variations dans l'accord d'instruments graves sont moins sensibles que dans l'accord d'instruments aigus.

2) La perception des intervalles micro-tonaux ($\frac{1}{4}$ de ton, etc...) est donc plus grande (et donc plus pertinente quant à leur utilisation) dans les tessitures aiguës.

SPECIMEN

BIBLIOGRAPHIE

ANCION M.


"La clarinette",
G.A.M. n°70, 1974.


- BACKUS J.** "Vibrations of the reed and the air column in the clarinet",
J.A.S.A., XXXIII, 1961.
- "Behavior and properties of clarinet reeds", (compte-rendu),
J.A.S.A., XXXIII, 1961.
- "Influence of the reed on the vibration frequency of clarinet",
J.A.S.A., XXXIII, 1961.
- "Small vibration theory of the clarinet",
J.A.S.A., XXXV, 1963.
- "Effect of wall material on the steady-state tone quality of woodwind instruments",
J.A.S.A., XXXVI, 1964.
- "Resonance frequencies of the clarinet"
J.A.S.A., XLIII, 1968.
- "Input impedance curves for the reed woodwind instruments",
J.A.S.A., LVI, 1974.
- BARIAUX M.** "Quelques aspects de la physique de la clarinette",
G.A.M. n°70, 1974.
- BARTOLOZZI B.** New sounds for woodwind,
Oxford University Press, 1974.
- BENADE A.H.** Horns, strings and harmony
Doubleday-Anchor, Garden city, New York, 1960.
- "Air column behavior in orchestral wind instruments",
J.A.S.A., VI, 1934.
- "The theory of the clarinet",
J.A.S.A., IX, 1938.
- "On woodwind instrument bores",
J.A.S.A., XXXI, 1959.
- "On the mathematical theory of woodwind finger holes",
J.A.S.A., XXXII, 1960.
- "Relation of air column resonances to sound spectra produced by wind
instruments",
J.A.S.A., XL, 1966.
- "On the propagation of sound waves in a cylindrical conduit",
J.A.S.A., XLIV, n°2, 1968.
- "Air column, reed, and player's windway interaction in musical instruments",
Proceedings of the International Conference on Physiology and biophysics of
the voice,
Denver Center for the Performing Arts, Inc. 1245 Champa street,
Denver Colorado 80204, Iowa, 1983.
- BENADE A.H. &
KOUZOUPIS S.N.** "The clarinet spectrum : Theory and Experiment"
J.A.S.A., LXXXIII, 1988.
- BENADE A.H.
& LARSON C.O.** "Requirements and techniques for musical spectrum measurements : "the clarinet",
J.A.S.A., LXXVIII, 1985.

- BOK H.** Nouvelles techniques de la clarinette basse
Editions Salabert, 1989.
- BOUASSE H.** Instruments à vent, 2 tomes,
Delagrave, 1929.
- Tuyaux et résonateurs,
Delagrave, 1929.
- Critique et réfutation des théories exposées dans son ouvrage "Tuyaux et résonateurs",
Delagrave, 1948.
- BOUHUYS A.** "Sound power production in wind instruments",
J.A.S.A., XXXVII, 1965.
- BRYMER J.** La clarinette,
Hatier, 1976.
- CASTELLENGO M.** "Sons multiphoniques aux instruments à vent",
Rapport n°34, IRCAM, 1982.
- "Nouvelles techniques instrumentales, composition et formalisation",
Rapport n°38, IRCAM, 1985.
- COMROE E.** La physiologie de la respiration,
Editions Masson, 1967.
- FARMER G.** Multiphonics and other contemporary clarinet techniques,
Shall-u-mo Pub. Rochester, New York, 1980.
- G.A.M.** Groupe Acoustique Musique, Bulletin de l'Université Paris VI
- Mc GINNIS C.S. & GALLAGHER C.** The mode of vibration of a clarinet reed,
J.A.S.A., XII, 1941.
- GOURDET G.** Les instruments à vent,
Editions P.U.F., "Que sais-je ?", 1976.
- HEINRICH J.M.** "Le problème botanique des anches"
G.A.M. n°71, 1974.
- J.A.S.A.** The Journal of Acoustical Society of America.
- KERGOMARD J. & MEYNIAL X.** "Systèmes micro-intervalles pour les instruments de musique à vent avec trous latéraux"
J.A.S.A., LXXXIII, 1988.
- KIENTZY D.** Les sons multiples aux saxophones,
Editions Salabert, 1984.
- LEIPP E.** Acoustique et musique,
Editions Masson, 1980.
- LEIPP E.** "Réflexions et expériences sur la clarinette",
G.A.M. n°71, 1974.
- MARCHI J.** "La clarinette système Marchi",

- G.A.M., n°95, 1978.
- "Mesures de pression statique sur la clarinette",
Revue du CENAM, Paris, Avril 1985.
- Etude des harmoniques et du suraigu
Editions Henry Lemoine, 1994
- MARIE J.E.** L'homme musical,
Editions Arthaud, 1976.
- MAROUZEAU J.** "Le triangle vocalique", Lexique de terminologie linguistique,
Editions Geuthner, 1966.
- MATRAS J.** Le son,
Editions P.U.F., "Que sais-je ?", 1977.
- MEYER J.** Akustik der Holzblasinstrumente in Eizeldarstellungen Verlag das Musikinstrument,
Frankfurt am Main, 1966.
- NEDERVEEN C.J.** Acoustical aspects of woodwind instruments,
Ed; Fritz Knuf, Amsterdam, 1969.
- "Influence of reed motion on the resonance frequency of reed-blown
woodwind instruments",
J.A.S.A., XLV, 1969
- REHFELDT P.** New directions for clarinet,
University of California Press, 1976.
- RENDALL F.G.** The clarinet,
Edition Benn Limited, London, 1971.
- RICQUIER M.** Traité méthodique de pédagogie instrumentale,
Edition Ricquier, 1976.
- RIGDEN J.S.** Physics and the sound of music,
New-York University Press, 1977.
- ROCARD Y.** Dynamique générale des vibrations,
Editions Masson, 1949.
- THURSTON F.** Clarinet technique,
Oxford University Press, 1985.
- WESTON P.** The Clarinet teacher's companion
Hale, London, 1976.
- WESTON P.** Clarinet virtuosi of the past
Novello, London, 1976.
- YOUNG M.R.V.** "Sur l'intonation de divers instruments de musique",
Acoustique musicale, Colloque International
C.N.R.S., 1959.

Tableaux des $\frac{1}{4}$ tons de la clarinette Si bémol

Le signe  désigne le $\frac{1}{4}$ de ton supérieur de la note naturelle

Le signe  désigne le $\frac{3}{4}$ de ton supérieur de la note naturelle

○ ● ○ 7+8 ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ● ● ● ● ●	○ ●9 ○ ○ ○ ○ ○ ●	12 ○ ● ○ ○ ○ ○ ○	○ ●9 ● 7+8 ● ○ ○ ○ ○
--	---------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---

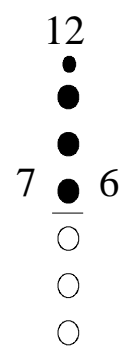
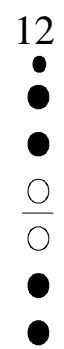
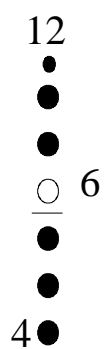
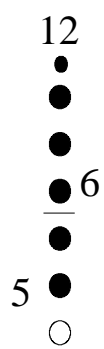
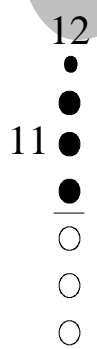
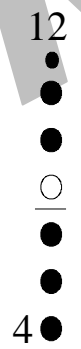
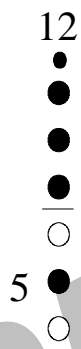
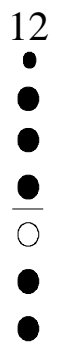
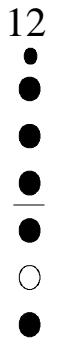
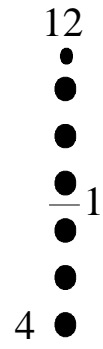
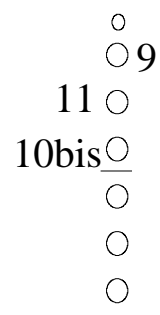
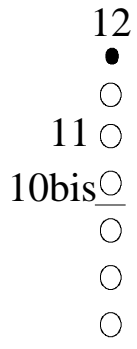


12 ○ ●9 ● ● ● ○ ○	12 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ● ● 10bis ● ○ ○ ○ ○	12 ● ○9 ○ ○ ○ ○ ○	○ ○9 ○ 10bis ○ ○ ○ ○ ○
--	---------------------------------------	--	--	---



● ○ ○ 10bis ○ ○ ○ ○	12 ○ ○9 ○ 10bis ○ ○ ○ ○	12 ● ●10 ● 10bis ○ ○ ○ ○	● ● 11 ● 10bis ○ ○ ○ ○	12 ○ ○10 11 ○ ○ ○ ○
---------------------------------------	--	---	--	---------------------------------------





12	12	12	12	12
●	●	●	●	●
●	●	●	●	○
● 7bis	●	● 7bis	○	○
○	7 ○	7 ○	●	○
○	○	○	●	○
●	●	●	●	●
●	●	○	B ●	3 ●

A musical staff with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). It contains five notes: E2, E2, F#2, F#2, and E2.

12	12	12	12	12
●	●	○	●	●
○ 7bis	○	●	○	○
7 ○	●	●	8 ○	●
○	○	●	7 ○	○
○	●	●	○	○
○	●	●	○	○
○	4 ●	●	○	4 ●

A musical staff with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). It contains five notes: E2, E2, E2, E2, and F#2.

12	12	12	12	12
●	●	●	● 10	● 10
○	○ 9	○	○	○
●	●	●	●	8 ○
●	●	●	●	7 ○
○	○	○	○	○
5 ●	●	●	○	○
○	4 ○	4 ○	○	○

A musical staff with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). It contains five notes: E2, E2, E2, F#2, and F#2.

12	12	12	12	12
●	●	●	●	●
○ 10	○	○	○	○
●	●	●	●	●
●	10bis ●	● 6	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
				4○

12	12	12		
●	●	●	○	○
●	●	○	○	○
○	○	●	○	○
●	●	●	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
4●	4●	4●		

[On peut continuer la liste des 1/4 tons au delà du Sol suraigu, mais la justesse n'en est que plus relative, très dépendante de la tenue d'embouchure et de la poussée physiologique, et le nombre de possibilités de doigtés est pléthorique.]

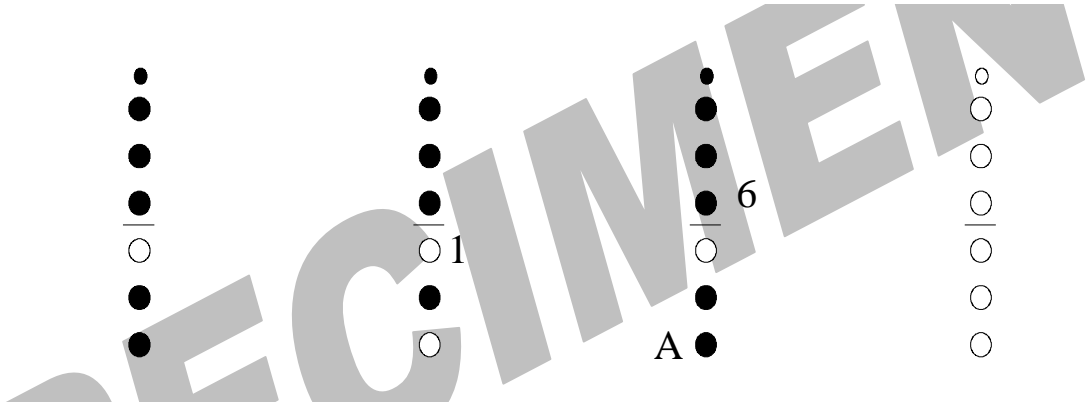
Tableaux des multiphoniques stables de la clarinette Si bémol

SPECIMEN

Diagram 1: Five vertical fretboard diagrams for the first system. Each diagram shows a six-string guitar neck with dots representing fretted notes. The first diagram is labeled 'B' and has a solid dot on the 1st fret of the 6th string. The second diagram has a solid dot on the 1st fret of the 6th string and an open circle on the 1st fret of the 5th string, labeled '1'. The third, fourth, and fifth diagrams have open circles on the 1st fret of the 6th, 5th, 4th, and 3rd strings, respectively.

Musical notation for the first system, showing a treble clef staff with a key signature of one flat (Bb) and a bass clef staff with a key signature of one sharp (F#). The notation consists of five measures, each corresponding to one of the fretboard diagrams above.

Diagram 2: Five vertical fretboard diagrams for the second system. The first diagram has a solid dot on the 4th fret of the 6th string, labeled '4'. The second diagram has a solid dot on the 4th fret of the 6th string and an open circle on the 1st fret of the 5th string, labeled '1'. The third diagram has a solid dot on the 4th fret of the 6th string and a solid dot on the 6th fret of the 5th string, labeled '6'. The fourth diagram has a solid dot on the 4th fret of the 6th string and an open circle on the 6th fret of the 5th string, labeled '6'. The fifth diagram has an open circle on the 6th fret of the 5th string.



Musical notation for the second system, showing a treble clef staff with a key signature of one sharp (F#) and a bass clef staff with a key signature of one sharp (F#). The notation consists of five measures, each corresponding to one of the fretboard diagrams above.

Diagram 3: Five vertical fretboard diagrams for the third system. The first diagram has a solid dot on the 6th fret of the 6th string, labeled '6', and is labeled 'B'. The second diagram has a solid dot on the 6th fret of the 6th string, labeled '6', and a solid dot on the 3rd fret of the 5th string, labeled '3'. The third diagram has a solid dot on the 6th fret of the 6th string, labeled '6', and a solid dot on the 6th fret of the 5th string, labeled '6'. The fourth diagram has a solid dot on the 6th fret of the 6th string, labeled '6', and a solid dot on the 6th fret of the 4th string, labeled '6'. The fifth diagram has a solid dot on the 6th fret of the 6th string, labeled '6', and a solid dot on the 6th fret of the 3rd string, labeled '6', and is labeled 'B+A'.

Musical notation for the third system, showing a treble clef staff with a key signature of one flat (Bb) and a bass clef staff with a key signature of one flat (Bb). The notation consists of five measures, each corresponding to one of the fretboard diagrams above.

Five guitar chord diagrams for the first row. Each diagram shows a vertical stack of six strings with dots representing fretted notes. The first diagram has frets 4, 6, 6, 6, 6, 6. The second has frets 6, 6, 6, 6, 6, 6. The third has frets 7, 7, 7, 7, 7, 3. The fourth has frets 7, 7, 7, 7, 7, 3. The fifth has frets 7, 7, 7, 7, 7, 7.

Musical staff for the first row, showing five measures of music with chord changes corresponding to the diagrams above.

Five guitar chord diagrams for the second row. The first diagram has frets 4, 4, 4, 4, 4, 4. The second has frets 4, 4, 4, 4, 4, 4. The third has frets 4, 4, 4, 4, 4, 4. The fourth has frets 4, 4, 4, 4, 4, 4. The fifth has frets 7, 7, 7, 7, 7, 7.

Musical staff for the second row, showing five measures of music with chord changes corresponding to the diagrams above.

Five guitar chord diagrams for the third row. The first diagram has frets 7, 7, 7, 7, 7, 7. The second has frets 7, 7, 7, 7, 7, 7. The third has frets 7, 7, 7, 7, 7, 7. The fourth has frets 12, 12, 12, 12, 12, 12. The fifth has frets 7, 7, 7, 7, 7, 7.

Musical staff for the third row, showing five measures of music with chord changes corresponding to the diagrams above.

12 11 4 4

4 4

12 12 12 12 4 3 A 6

12 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	● ○ ● ● ● ● ● ● ● ●	12 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ○	● ● ● ● ● ● ● ● ● ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
6		6	9	
B ●	4 ●	4 ○	B ●	

12 ● ● ● ● ○ ● ● ●	12 ● ● ● ● ● ● ● ● ●	● ○ ● ● ● ○ ● ● ● ●	● ● ● ● ● ● ● ● ● ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
6	6		9	
	4 ●	4 ○		

12 ● ● ● ● ○ ○ ○	● ○ ● ● ● ○ ○ ○	● ○ ● ● ● ○ ● ○	● ● ● ● ● ● ● ○ ○	12 ● ● ● ● ● ○ ○
6	6	6	6	6
	4 ○	4 ○	B ○	B ○

12
●
●
●
●
6
○
●
●
A ●

12
●
○
●
●
●
●
●
A ●

12
●
●
●
6
●
●
●
●
3 ●

○
●
●
●
●
●
●
●

12
●
●
●
○
●
●
●
3 ●

●
●
9
●
●
●
●
●
A ○

○
●
●
●
●
●
●
●
3 ○

○
●
●
●
1
●
●
●
○

○
○
○
○
○
○
○
○

○
○
○
○
○
○
○
○

○
●
●
●
●
○
○
●

○
●
●
●
○
○
○
○

12
●
●
○
○
●
○

12
○
●
●
●
●
●

12
○
●
●
●
○
4 ○

12	12	o	12	12
●	●	●	●	●
●	●	●	●	●
○	○	●	○	●
●	●	●	○	○
●	○	●	○	●
●	●	●	○	●
4 ●	B ●	●	○	○

●	●	12	12	12
●	●	●	●	●
●	●	●	●	●
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	3○	○	○	○
○	○	○	4●	B ●

12	12	12	12	12
●	●	●	●	●
●	●	●	○	●
●	○	7 ●	○	○
○	○	6 ●	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
B ●	●	○	○	7 ○

● ● 9 ● ● ● ● ●	12 ● ● ● 7 6 ● ● ●	12 ● ○ ● 6 ● ○ ○	12 ● ○ ● 6 ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○
-----------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	----------------------------

12 ● ○ ● ● ● ● 4 ●	12 ● ○ ● ● ● ○ ○	● 9 ● ● ○ ○ ○ ○	○ ● 7 ○ ○ ○	● 9 ● ● ● 1 ○ ○ B ●
---	---------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------	---------------------------------------

● ○ ● ● ○ ○ ○	12 ● ○ ○ ● ○ ○	○ ● ● 6 ○ ○ ○	● 9 ● ● 1 ● 4 ○	○ ○ ○ ○ ○
---------------------------------	----------------------------------	------------------------------	-----------------------------	-----------------------

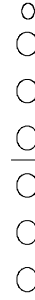
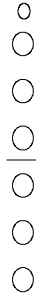
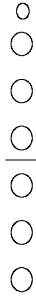
7 9 9 12 12 12

12 9 12 9 9

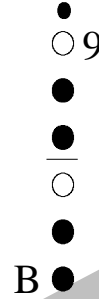
12 12 12 12 12

7 2 6 5 B

12



11



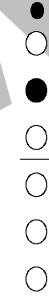
12



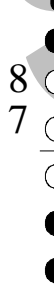
10bis



12



12



10



12



12



● ● ● <u>10bis</u> ● ● ● ●	● ● 9 ● <u>6</u> ● ● ● ○	● ● ● <u>10bis</u> ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
--	--	--	---------------------------------	---------------------------------

12 ● ● 9 ○ ● 6 ● ● ○	12 ● ● 9 ● <u>7</u> ● 6 ○ ○	● ● ● <u>10bis</u> ○ ○ ○ 4 ○	12 ● ● 9 ○ ● 6 ● ● 4 ●	12 ● ● 9 ○ ● 6 ● ● ●
---	---	--	---	---

12 ● ○ 9 ● ● 6 ● ● 4 ○	● ○ 10 ● ● ● ● 3 ●	● ○ 9 ● ● ○ ● ● B ●	12 ● ● 9 ○ 6 ● ○ ○	12 ● ● 9 ● <u>7</u> ● 6 ● ● ●
---	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--

12
●
○ 9
●
●
●
●
●
●

●
●
○
○
○
●
●

10bis

12
●
○ 9
●
●
●
●
●
4 ●

○
○
○
○
○
○
○

○
○
○
○
○
○
○

A musical staff in treble clef with a key signature of one sharp (F#). It contains five measures. The first measure has a chord with notes G4, A4, B4, C5. The second measure has a chord with notes G4, A4, B4, C5, D5. The third measure has a chord with notes G4, A4, B4, C5, D5, E5. The fourth and fifth measures are empty.

12
●
●
●
●
○
○
●
●

10bis

12
●
●
○
○
○
○
●
●

10bis

12
●
●
●
●
○
○
●
●

11
10bis

○
○
○
○
○
○
○
○

○
○
○
○
○
○
○
○

A musical staff in treble clef with a key signature of one sharp (F#). It contains five measures. The first measure has a chord with notes G4, A4, B4, C5. The second measure has a chord with notes G4, A4, B4, C5, D5. The third measure has a chord with notes G4, A4, B4, C5, D5, E5. The fourth and fifth measures are empty.

Tableaux des $\frac{1}{4}$ tons de la clarinette basse Si bémol

Le signe \sharp désigne le $\frac{1}{4}$ de ton supérieur de la note naturelle

Le signe $\sharp\sharp$ désigne le $\frac{3}{4}$ de ton supérieur de la note naturelle

Il est à noter que l'exécution des $\frac{1}{4}$ de tons sur la clarinette basse est beaucoup plus problématique que sur la clarinette soprano. Ceci est dû à la facture instrumentale d'une part et à la tessiture d'autre part. En effet le diamètre de la perce, des cheminées, l'utilisation des plateaux entraînent un contrôle de la justesse et du timbre quasi impossible sur une bonne partie de l'instrument (particulièrement en ce qui concerne les extrêmes graves par exemple). Certains proposent de s'aider des genoux pour contrôler le degré d'ouverture des tampons des extrêmes graves ou de recourir à l'utilisation des clés et plateaux à moitié soulevés dans certain cas (Cf. **REHFELDT P.**, *New directions for clarinet*, University of California Press, p. 32 et sq., 1976.) ce qui, il faut le reconnaître, n'est pas du plus aisé. De plus la perception des $\frac{1}{4}$ de tons se fait de moins en moins précise au fur et à mesure que l'on descend vers les fréquences les plus graves (Cf. **ANNEXE, §7 SENSIBILITÉ ET PERCEPTION DES MICRO-INTERVALLES**).

Nous limiterons la liste aux doigtés qu'il est possible d'enchaîner sans trop de difficultés et ayant un effet pertinent.

● ● ● 6 ● ● ○	● ● ● 7 ● ○ ○	● ● ○ 7bis ○ ● ○ ○	● ● ● 7bis 7 ○ ○ ○	● ● ○ 7bis 7 ○ ○ ○
---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

● ○ ● ○ ○ ○ ○	○ ● ● ● ● ● ●	○ ● ○ 7+8 ○ ○ ○	● 9 ○ ● ○ ○ ○ ○	12 ○ 9 ○ ○ ○ ○ ○
---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

10 ● ● ● ○ ○ ○	○ 9 ○ ○ 10bis ○ ○ ○	○ ○ ○ 10bis ○ ○ ○	10 ○ ○ 11 ○ ○ ○	12 ● ● ● ○ ○ 4 ●
----------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

Modèle Leblanc
uniquement

12	12	12	12	12
●	●	●	●	●
●	●	●	●	●
●	●	●	●	●
●	●	●	●	●
●	●	●	○	●
○	○	5●	5●	○
○	3●	○	○	○

Mib ○

Modèle Leblanc excepté

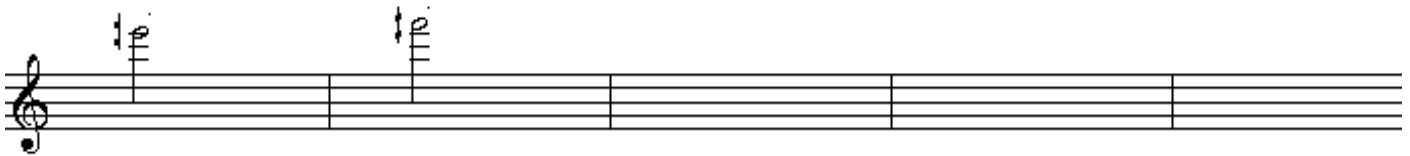
12	12	12	12	12
●	●	●	●	●
●	●	●	○	○
○	○	○	○	○
○	7●	7○	○	7●
●	○	○	○	○
○	○	○	○	○

7bis

12	12	12	12	12
○	○	●	●	●
●	x	x	●	●
●	●	●	●	●
○	○	○	○	○
●	●	5●	●	●
○	○	○	○	5○

9

12	12	○	○	○
●	●	○	○	○
○	●	○	○	○
●	●	○	○	○
● 6	● 6	○	○	○
○	○	○	○	○
●	●	○	○	○
30	●	○	○	○



[On pourrait continuer la liste des $\frac{1}{4}$ tons au delà du Sol suraigu sur plus d'une octave, mais le nombre de possibilités est quasi illimité (en ajoutant les possibilités du jeu des sauts d'harmonique ou des sons de flageolet) et laisse libre cours à l'imagination de chacun, tout en restant conscient que l'utilisation en reste très aléatoire quant à la sûreté, la justesse et la propreté]

Tableaux des multiphoniques stable de la clarinette basse

(Pour comparer plus facilement les notes sont écrites à la seconde supérieure du son réel comme pour la clarinette Sib, on constatera l'écart de plus d'une octave en moyenne entre la fondamentale et la partie supérieure du multiphonique).

4 ● [Re+Ut]

○

1

1

○ [Re+Ut]

B ●

(Clarinete descendant au Mib)

○ 1

4 ●

○ 1

4 ●

○ 1

5 ●

○ 1

5 ●

○ 1

5 ●

4 ●

6

A ●

6

B ●

6

3 ●

6

○

6

4 ●

Diagram 1: Fingering patterns for notes G, A, B, C, D. G: 4 dots, 1 open circle, 2 dots. A: 4 dots, 1 open circle, 2 dots. B: 3 dots, 1 open circle, 2 dots. C: 2 dots, 1 open circle, 2 dots. D: 2 dots, 1 open circle, 2 dots.

Diagram 2: Fingering patterns for notes E, F, G, A, B. E: 3 dots, 1 open circle, 2 dots. F: 7 dots, 1 open circle, 2 dots. G: 7 dots, 1 open circle, 2 dots. A: 7 dots, 1 open circle, 2 dots. B: 7 dots, 1 open circle, 2 dots.

Diagram 3: Fingering patterns for notes C, D, E, F, G. C: 7 dots, 1 open circle, 2 dots. D: 7 dots, 1 open circle, 2 dots. E: 7 dots, 1 open circle, 2 dots. F: 7 dots, 1 open circle, 2 dots. G: 7 dots, 1 open circle, 2 dots.

Diagram 4: Fingering patterns for notes A, B, C, D, E. A: 1 dot, 1 open circle, 2 dots. B: [Mib] 1 dot, 1 open circle, 2 dots. C: 3 dots, 1 open circle, 2 dots. D: 3 dots, 1 open circle, 2 dots. E: 7 dots, 1 open circle, 2 dots.

<p>7 6</p>		<p>7bis</p>	<p>5 4</p>	<p>4 0</p>
------------	--	-------------	------------	------------

Musical staff with notes and fingering numbers: 7, 6, 7bis, 5, 4

<p>12 7 3</p>	<p>4 0</p>	<p>6 0</p>	<p>7 0</p>	<p>7 0</p>
---------------	------------	------------	------------	------------

Musical staff with notes and fingering numbers: 12, 7, 3, 4, 0, 6, 0, 7, 0, 7, 0

<p>4 0</p>	<p>5 0</p>	<p>B 0</p>	<p>7 0</p>	<p>12 7</p>
------------	------------	------------	------------	-------------

Musical staff with notes and fingering numbers: 4, 0, 5, 0, B, 0, 7, 0, 12, 7

12

B 12 7 4 [Ré] 0

12 7 12 6 12 12 6

B 4 0

12 12 12 7 6 3 12 6 12

Mib 6 12 3 6 12

12 ○ ● ● ● ● ● ● 4●	● 9 ● ● ● ● ● ● ●	● 9 ● ● ● ● ● ● ●	12 ● ○ ● ● ● ● ○ ○	12 ● ○ ● ● ● ● ○ ○
Mib ●		B ●		
8♭ - 1				

12 ○ ○ ● ● ● ● 5● ○	● 9 ● ● ● ● ● ● ●	● 9 ● 7 ● 6 ● ● ● ●	● 9 ● 7 ● ● ● ● ●	● 9 ● ● ● ● ● ● 6●
8♭ - 1				

12 ○ ● ● ● ● ● 3●	12 ○ ● ● ● ● ● 3●	12 ○ ○ ● ○ ○ ○ ○	12 ● 8● 7● ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
8♭ - 1				

9

10

10

10

10

10

4 [Ré]

4

10

10

10

10

10

7

6

7

6

[Ré+Ut]

12
○ 10
●
●
●
●
●
●
●

12
● 10
●
●
●
●
●
● [Ré+Ut]

12
○ 10
○
●
●
●
●
○

12
○ 10
○
●
●
●
●
4 ● [Ré]

12
○ 10
○
●
●
●
●
●

A musical staff with five measures. The first measure has a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The second measure has a key signature of two flats (Bb, Eb). The third measure has a key signature of two flats (Bb, Eb). The fourth measure has a key signature of one sharp (F#). The fifth measure has a key signature of two sharps (F#, C#).

12
○ 10
●
7
●
●
●
4
●

○
○
○
○
○
○

○
○
○
○
○
○

○
○
○
○
○
○

○
○
○
○
○
○

A musical staff with five measures. The first measure has a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The remaining four measures are empty.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	3
L'ACOUSTIQUE DE LA CLARINETTE	8
LE MÉCANISME DE PRODUCTION DU MULTIPHONIQUE	24
LES DÉTIMBRÉS, LES MICRO-INTERVALLES ET LES 1/4 DE TONS	28
LES MULTIPHONIQUES	34
ANNEXE	46
BIBLIOGRAPHIE	52
Tableaux des 1/4 tons de la clarinette Si bémol.....	55
Tableaux des multiphoniques stables de la clarinette Si bémol.....	61
Tableaux des 1/4 tons de la clarinette basse Si bémol.....	73
Tableaux des multiphoniques stables de la clarinette basse Si bémol.....	77

SPECIMEN