

LA MUSIQUE



L'INFORMATIQUE

**Isabelle DURAND**  
**DUFI 2007/2008**

## Introduction :

**D**epuis la nuit des temps, les gens aiment écouter de la musique. Avec l'arrivée de l'informatique, la musique a subi une transformation remarquable. De la création à son écoute, l'informatique est omniprésent.

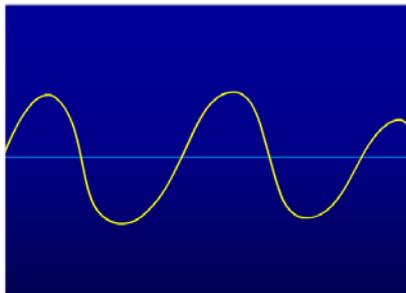
L'objectif de mon exposé est de vous faire une approche de la Musique Assistée par Ordinateur, mais je me suis rendu compte que pour comprendre comment faire une musique en informatique, il faut savoir dans un premier temps ce qu'est un son numérique avec toutes les finesses de son enregistrement, ensuite pourquoi la compression a été mis en place.

En premier on articulera sur ce que c'est qu'un son, et plus particulièrement un son numérique. Dans un deuxième temps on développera les différents formats numériques pour bien les comprendre, faire une étude comparative des formats les plus connus afin de choisir la qualité d'écoute optimum. Puis en troisième ; la MAO. Le minimum de configuration de la carte son d'un ordinateur pour faire et enregistrer de la musique, le système MIDI, les différents logiciels existants et on finira par un top 10 des meilleurs logiciels actuels.

# 1 Le son numérique

## 1.1 Qu'est-ce qu'un son ?

Le **son** est une onde produite par une vibration mécanique et propagée grâce à l'élasticité du milieu environnant sous forme d'ondes longitudinales (voir ci-dessous). Par extension physiologique, le son désigne *la sensation auditive* à laquelle cette vibration est susceptible de donner naissance.



Source : [www.mao.adan.asso.fr](http://www.mao.adan.asso.fr)

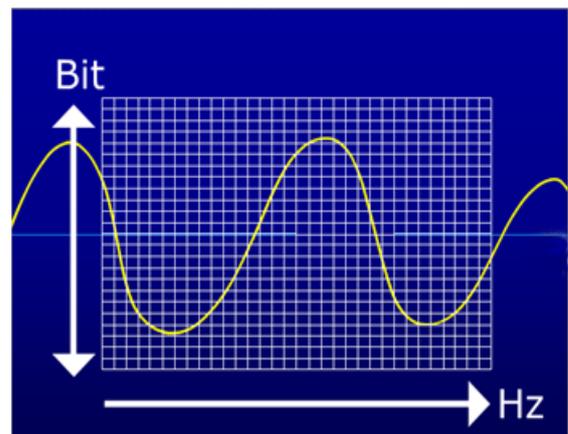
La **fréquence** d'un son est exprimée en **Hertz (Hz)**, elle est directement liée à la hauteur d'un son perçu. À une fréquence faible correspond un son grave, à une fréquence élevée un son aigu. L'oreille humaine moyenne ne perçoit les sons que dans une certaine plage de fréquence située environ entre 20 Hz (en dessous les sons sont qualifiés d'infrasons) et 20 kHz (au-delà les sons sont qualifiés d'ultrasons).

On qualifie le **son comme analogique** puisque qu'il varie dans un environnement complexes et emprunte un nombre infini de valeur pour se produire et se répandre, à tout instant correspond une valeur. A son opposé le son numérique est basé sur le binaire.

## 1.2 Qu'est ce qu'un son numérique ?

Un **son numérique** est une suite temporelle de valeurs binaires. Une unité d'information binaire s'appelle un bit (de l'anglais binary digit) et **il ne peut emprunter que les valeurs de 1 ou 0**.

L'information sonore analogique est convertie en numérique par l'intermédiaire d'un système appelé **convertisseur analogique-numérique (A/N ou CAN)**. Le nombre de valeurs fixées possibles pour un signal numérique dépend de la longueur des mots binaires utilisés (1 mot=8 bits=256 états ; 16 bits=65536.....etc.) autrement dit du nombre de bits. Afin de convertir le signal analogique en signal numérique, il est nécessaire de mesurer (cartographier) son amplitude (**fréquence**) à intervalles de temps régulier (c'est **l'échantillonnage**) et d'affecter une valeur binaire à chacune des mesures.

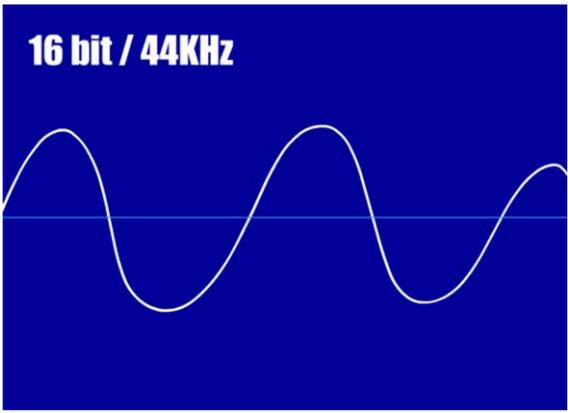
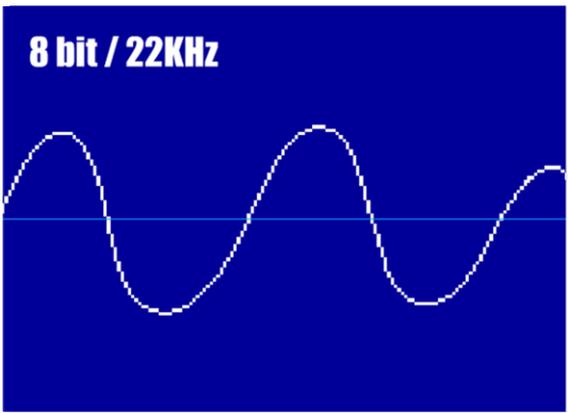
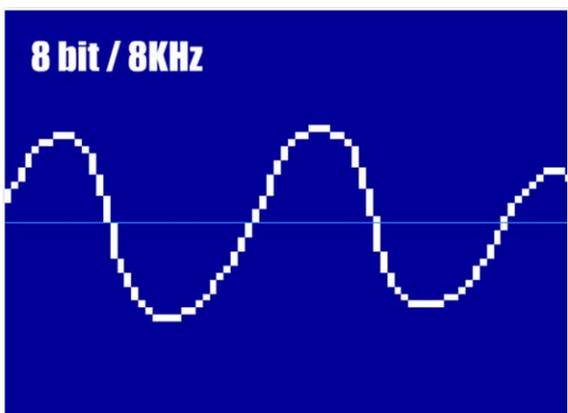


Source : [www.mao.adan.asso.fr](http://www.mao.adan.asso.fr)

Comme on le voit sur le graphique ci dessus, la hauteur du signal sonore (représenté en jaune) se qualifie en Bit (pour sa dynamique) et en Hertz pour sa fréquence d'échantillonnage. Le processus de conversion analogique-numérique a une incidence majeure sur la qualité finale du signal audionumérique. En effet, une fois la conversion effectuée, on ne peut jamais

l'améliorer. Aujourd'hui, il existe des convertisseurs 8bits/32kHz jusqu'au convertisseur très haut de gamme 24bits/192kHz en passant par le **traditionnel convertisseur 16bits/44,1kHz** format de nos Disc Compact.

Pour comprendre la différence, voici quelques représentation sur un sonogramme représentant un signal audionumérique avec différents niveau de conversion auquel nous sommes confrontés tous les jours.

<i>Taux d'échantillonnage</i>	<i>Qualité du son</i>
 <p><b>16 bit / 44KHz</b></p> <p>The image shows a smooth, continuous white sine wave on a dark blue background, representing high-quality digital audio.</p>	<p><b>QUALITÉ CD :</b></p> <p>A ce taux d'échantillonnage, le son est clair et nuancé. Nous pouvons différencier tous les instruments de musique. Il est quasi impossible pour l'oreille humaine de faire la différence entre un son audionumérique et un son analogique.</p>
 <p><b>8 bit / 22KHz</b></p> <p>The image shows a white sine wave on a dark blue background, but the curve is noticeably less smooth than the CD quality, appearing slightly more stepped.</p>	<p><b>QUALITÉ RADIO WEB :</b></p> <p>La résolution étant moindre, les sons sont moins nuancés, ils se perdent en un bruit de fond. On a une perte des sons les plus aigus.</p>
 <p><b>8 bit / 8KHz</b></p> <p>The image shows a white sine wave on a dark blue background that is very jagged and stepped, representing low-quality digital audio.</p>	<p><b>QUALITÉ TÉLÉPHONE :</b></p> <p>Le son est comprimé et inadapté pour la musique. Il est alors utilisé pour la transmission des voix avec les téléphones portables car il ne prend pas beaucoup de place en mémoire.</p>

Source : [www.mao.adan.asso.fr](http://www.mao.adan.asso.fr)

### 1.3 La conversion en numérique

Afin d'obtenir un bon son numérique, il est nécessaire de prendre au minimum la qualité Compact Disc (format WAV ce référer au dossier compression), soit 44,1 kHz car cela représente le double de ce que l'oreille humaine peut entendre. On peut en conclure que plus la fréquence d'échantillonnage est grande plus le signal échantillonné sera fidèle à la réalité. Mais attention, car plus on augmente cette fréquence plus la quantité a stocké sera importante. Par exemple : 10 secondes de musique échantillonnée avec une fréquence de 44,1kHz/16bits donnera 1,7 Mégaoctets. Avec une fréquence de 96 kHz/16bits cela représentera plus de son double soit 3,7 Mo. Pour comprendre, voici le calcul servant de conversion :

$$(s*f*résolution*2)/(8*1024*1024)$$

Explication :

$s$  = le nombre de secondes à convertir

$f$  = la fréquence d'échantillonnage

**Résolution** = le nombre de bits (16 bits est le format utilisé en hi-fi)

**\*2** = on multiplie par 2 la résolution si le son est en stéréo, par 1 si le son est en mono.

On divise le tout par la multiplication de 8 (pour convertir en bit) par 1024 pour convertir en Kiloctets et encore par 1024 pour transformer en Mégaoctets.

**Ce qui donne cela pour 10 secondes  
d'un signal audio en audionumérique en 44,1 KHz:**

$$= (10*44100*16*2)/(8*1024*1024)$$

$$= 14112000/8388608$$

$$= 1,6822815 \text{ soit } \mathbf{1,7 \text{ Mo}}$$

**Pour en 96kHz cela donnerait :**

$$= (10*96000*16*2)/(8338608)$$

$$= 30720000/8388608$$

$$= 3,6621094 \text{ soit } \mathbf{3,7 \text{ Mo}}$$

Les spécialistes s'accordent pour dire que 48 kHz est le meilleur compromis entre bande passante (fréquence échantillonnage) et quantité de données stockées.

Avec le calcul détaillé ci dessus, une chanson de 4 minutes représente environ (44,1kHz/16bits) 40 Mo soit une taille énorme pour garder en fichier un signal audionumérique sous un disque dur d'ordinateur. C'est là qu'intervient la compression de fichier avec le célèbre mp3 mais on verra qu'il existe bon nombre de fichier compressé avec une meilleure qualité de son final.

## 2 La compression

Depuis la création de l'informatique, tous informaticiens et néophytes ont été confronté au problème de sauvegarde des données sous un ordinateur. Il fût nécessaire d'inventer un système de compression (réduction du volume binaire) des fichiers à traiter afin de sauvegarder un maximum de données différents sur un disque dur de faible capacité de mémoire. Avec l'ère des ordinateurs multimédia, et des disques durs de plus en plus importants (500 Go en moyenne soit 5 000 Mo), ce problème est résolu. Par contre nous multiplions les fichiers à mémoriser ou nous désirons améliorer la qualité d'un signal audionumérique. Précisons qu'il n'existe pas de bonne ou mauvaise compression, mais une question de contraintes, de choix ou d'exigence pour l'utilisateur. Voyons les principes généraux de la compression :

Il existe deux types de compression cataloguée par deux formats :

### Les formats destructeurs & les formats non destructeurs

NB : Ces deux techniques de compression ne sont pas opposées, elles ont un rôle distinct et se complètent la plupart du temps.

#### 2.1 Les formats destructeurs ou Lossy

Le principe de base est de réduire le « poids » des fichiers, pour cela des algorithmes suppriment les informations inaudibles pour une oreille humaine moyenne (ou masquées par d'autres sons) c'est-à-dire les fréquences les plus hautes et les plus basses. Il est important de noter que cette perte d'informations est irréversible. Ils existent bon nombre de types de compression, nous allons développer quatre d'entre eux.

**Les formats Lossy les plus célèbres :**

- **MP3** – extension **.mp3** : c'est la star des codecs (de la jonction des mots COdeur-DECodeur), MP3 est l'abréviation de **MPEG-1 Audio Layer 3**. Cet algorithme de compression prend naissance en 1987. Il deviendra un standard dans les années 1992-93. Les taux de ratio (compression) sont d'ordinaire de 1 pour 10. Il est très rapide à l'encodage. Par contre il n'est pas libre, les entreprises qui utilisent ce type de fichier pour les jeux vidéo par exemple doivent payer des droits (royalties) aux entreprises Fraunhofer et Thomson, détenteurs des droits d'exploitation.
- **WMA** – extension **.wma** (Windows Media Audio) : Créé par Microsoft en 1999, ce format est utilisé par le logiciel Windows Media Player. Il est lié à une gestion pointue des droits d'auteurs qui permet de définir par exemple une durée de vie limitée pour les fichiers ou d'interdire les possibilités de gravure. Il existe plusieurs versions du codec (wma7.1 ; wma9 ; wma pro) ainsi qu'une version Lossless.

- **OGG VORBIS** – extension **.ogg** : il s'agit d'un format libre, fruit de la fondation Xiph.org. Vorbis se différencie des MP3, WMA et autre AAC par son algorithme. Il segmente les sources audio en paquets successifs, agissant dans un premier temps sur chaque paquet indépendamment des autres. Cela lui permet d'avoir très peu de faiblesses sur certaines fréquences et de conserver la même qualité quel que soit le type de musique.
- **AAC** – extension **.aac** ou **.mp4** : Advanced Audio Coding est un successeur du MP3, il s'agit d'une extension MPEG-2 et a été amélioré en MPEG-4, MPEG-4 version 2 et enfin MPEG-4 version 3. Il a été reconnu fin avril 1997. Apple l'a choisi comme codec privilégié, on le retrouve dans son iPod et son logiciel iTunes. Pour la vente musicale en ligne, la norme ne proposant pas de système de gestion des droits numériques, Apple a développé son propre système appelé FairPlay. Notons qu'il est lisible sur Mac et PC.

## 2.2 Les formats non destructeurs ou Lossless

Dans le cas des formats non destructeurs, une formule mathématique supprime uniquement les informations redondantes et restructurent le reste des données. Les propriétés acoustiques sont identiques à l'original. Aucune information n'est perdue pendant cette compression ce qui explique la taille volumineuse de ces fichiers. Ils existent un nombre non défini de codec Lossless tout comme les Lossy, donc ils nous aient impossible de tous les cités, par contre on va étudier cinq d'entre eux très célèbres ci-dessous. Notons que l'usage de ce type de codec (format), est plus pour l'archivage ou l'édition à ce jour mais pourraient peu être un jour remplacé les lossy.

### Les formats Lossless les plus célèbres :

- **WAV** – extension **.wav**: il s'agit du format le plus répandu, grâce à Windows. Il ne compresse pas le son. Il servira de format de base de comparaison.
- **APPLE LOSSLESS ou ALAC** (*Apple Lossless Audio Codec*) – extension **.m4a** : est un format d'encodage sans perte apparu tardivement (2004). Le format a été développé par Apple pour combler une lacune de la norme MPEG-4, dont la partie consacrée à l'encodage sans perte tarde encore à être finalisée. ALAC est un format propriétaire et qui s'adresse majoritairement aux utilisateurs d'iTunes et de l'iPod.
- **FLAC** – extension **.flac** ou **.fla** (Free Lossless Audio Codec) : est un codec qui effectue une compression de type Lossless sur vos données audio. En moyenne, il faut compter entre 30 et 60 % de réduction par rapport à l'original (soit environ 350 Mo pour une heure de musique). Cette compression est faible par rapport au MP3 mais garde la qualité audio d'origine. Depuis 2003, FLAC fait partie de la fondation Xiph (propriétaire de OGG VORBIS), cette intégration permet au format FLAC de s'intégrer plus rapidement dans les appareils électroniques domestiques (baladeurs, chaîne hi-fi, platine DVD...). FLAC est à ce jour l'un des rares formats Lossless (avec le WMA Lossless) à être complètement exploitable sur autre chose qu'un ordinateur.

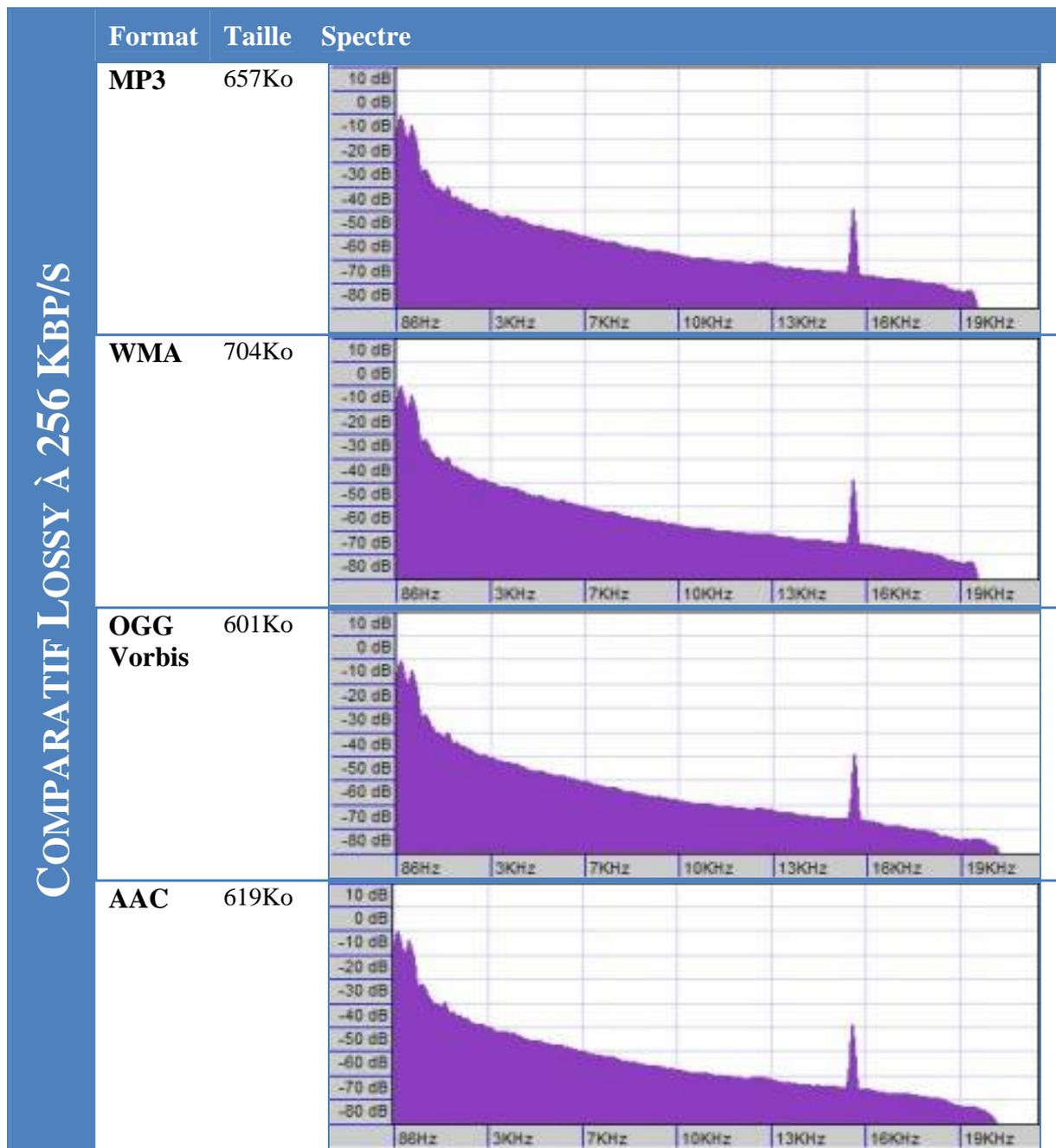
- **MONKEY'S AUDIO** – extension **.ape** : il s'agit d'un codec de compression audio sans perte. Même si le taux de compression est légèrement meilleur que celui de FLAC jusqu'à près de 50%, sans perte audible. Monkey's Audio est souvent critiqué par le fait qu'il ne soit pas libre. Sa dernière mise à jour (4.01b2 date du 17 février 2006. Son développement est maintenant au point mort et aucun baladeur ne le supporte à ce jour.
- **AIFF** – extension **.aif** : équivalent du format WAV. C'est un format répandu grâce au Mac.

### 2.3 Comparatif des formats Lossy

Nous allons établir un comparatif entre quatre codecs, le MP3, Le WMA, l'OGG Vorbis et l'AAC. Ce comparatif de 2006 du site internet **supinfo-projects.com** basé sur un morceau de 20 secondes cherche à comprendre quel est le meilleur d'entre eux avec une même base d'enregistrement, soit 44,1 KHz/16bits et selon deux cas 256 Kbp/s et 192 Kbps.

Deux nouvelles données rentrent en compte lorsque l'on parle de compression audionumérique, il s'agit du Kbit/s (Kilobits par seconde) ou Kbps (Kilobits per seconds). Il s'agit du taux de transfert (vitesse) des données.

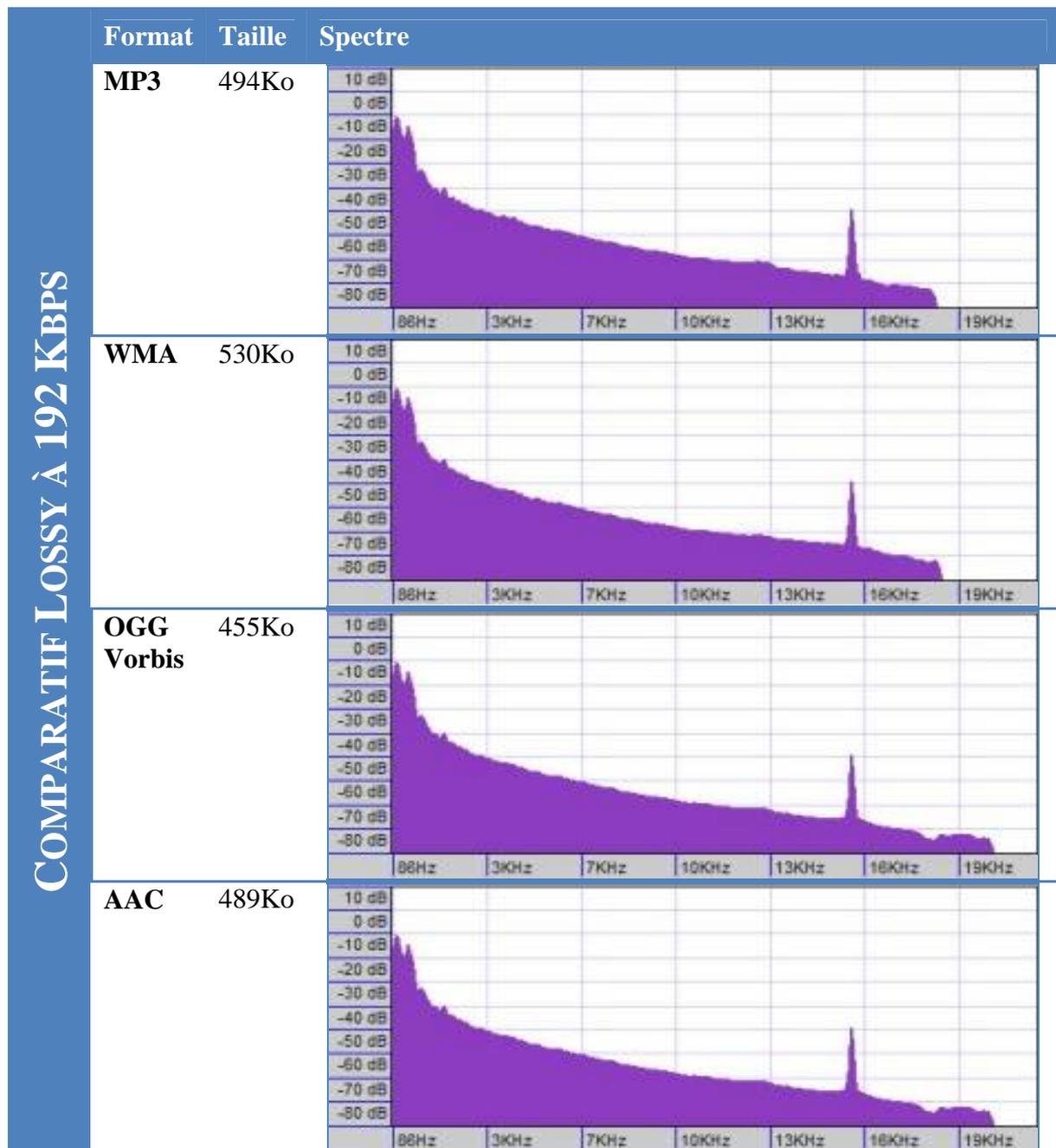
## COMPARATIF LOSSY À 256 KBP/S



Source [www.supinfo-projects.com](http://www.supinfo-projects.com)

La qualité est ici très proche entre chacun des formats même si on peut remarque que le spectre se prolonge de plus en plus entre le MP3 et l'AAC utilisé par Apple. La différence la plus marquante se fait essentiellement sur la taille du fichier ; l'OGG obtient le plus petit (601 Ko) mais par contre ce format est peu utilisé par les baladeurs musicaux du grand commerce.

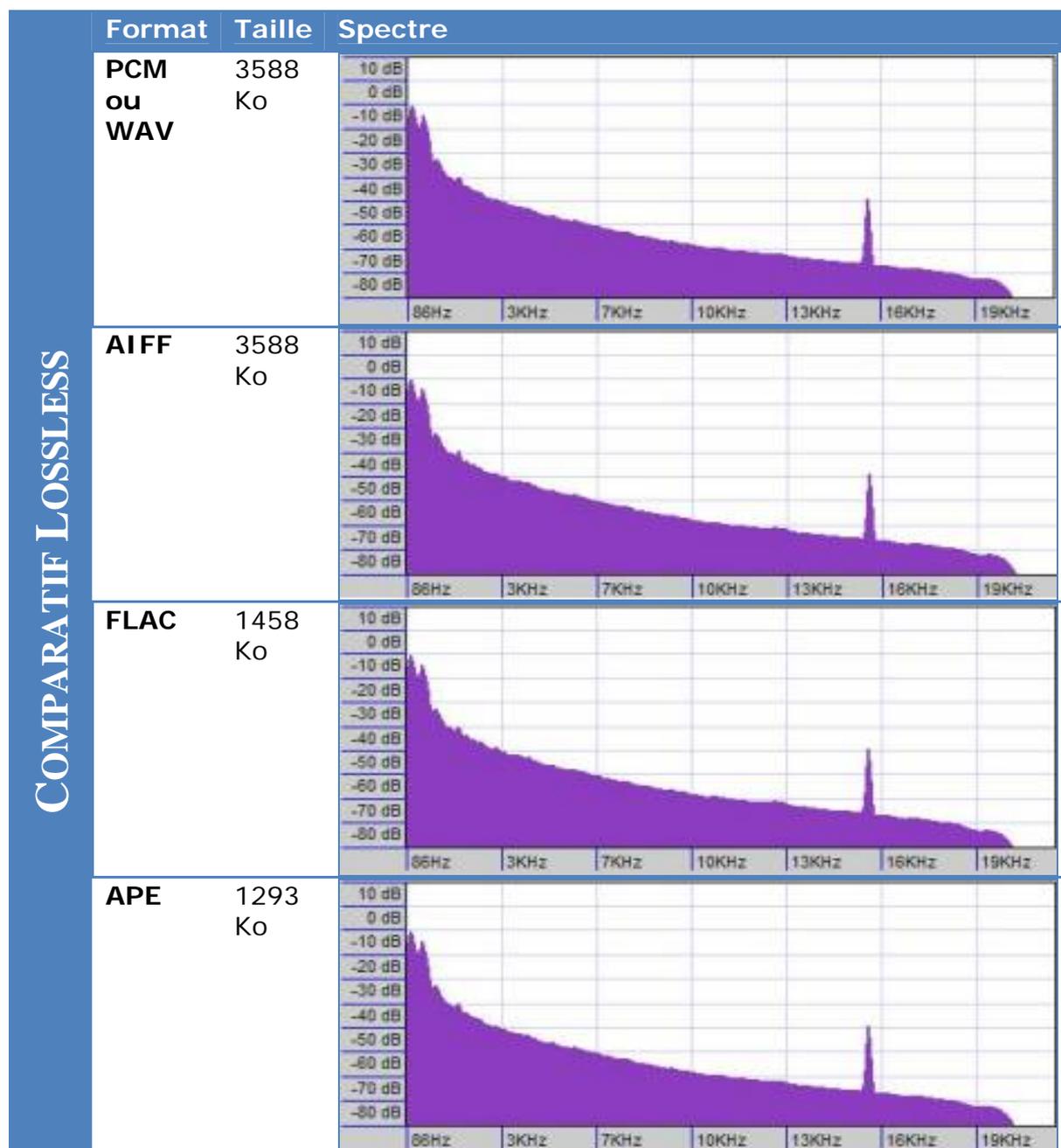
## COMPARATIF LOSSY À 192 KBP/S



Source [www.supinfo-projects.com](http://www.supinfo-projects.com)

Nous avons voulu différencier une compression à 256 Kbps et 192 Kbps car des différences notables existent lorsque l'on augmente le taux de transfert des données. Ici l'AAC s'affaiblit à partir de 17 kHz. L'OGG, quand à lui, "triche" en obtenant un signal proche de l'original mais irrégulier. Le MP3 et le WMA sont encore une fois en dessous en s'arrêtant à 18 kHz. Il est préférable de privilégier une compression en 256 Kbps au minimum pour une différence peu remarquable dans la taille du fichier.

## 2.4 Comparatif des formats Lossless



Source [www.supinfo-projects.com](http://www.supinfo-projects.com)

La qualité est ici optimale avec chacun des formats choisis, nous remarquons un spectre identique au quatre test effectués, la différence se fait sur la taille du fichier. C'est l'APE (Monkey's Audio) qui obtient le plus petit avec une taille 64% inférieure au WAV.

## 2.5 Conclusion sur la compression

Le choix de tel ou tel format est surtout lié à son utilisation. Un mélomane choisira de préférence un codec non destructeur tel que le WAV. Mais à cause de la taille des fichiers WAV il est préférable de choisir le FLAC, en plus il se lit de plus en plus dans tous les baladeurs portatifs et à une compression supérieure au WAV. Par contre l'utilisateur lambda privilégiera le format mp3 plus par habitude que par réelle conviction. Dans les formats destructeurs, nous choisirons plutôt le OGG Vorbis avec un débit de 256 Kbps, la qualité restant la même entre les formats autant utilisé celui qui prend le moins de place possible. La véritable question lorsqu'aujourd'hui apparaît de plus en plus de baladeurs à un prix abordable avec une capacité de mémoire de 20 Go est la suivante : Dois-tu réellement emmener partout avec nous notre musicothèque ? Où doit-on privilégier la qualité à la quantité ?

## 3 La MAO - Musique Assistée par Ordinateur

Après les explications, nécessaires, pour comprendre ce qu'est un son numérique et en corrélation un son compressé destructeur ou pas, nous allons découvrir la MAO. Le but ici n'est pas de nous rendre expert en MAO mais plutôt de faire une approche utile pour s'initier à cette pratique.



La MAO a commencé dès l'arrivée de l'informatique dans les années 70 mais elle a été propulsée pour le grand public dix plus tard avec l'arrivée du **Commodore 64** ou encore le célèbre **Atari ST** et sa norme MIDI toujours en vigueur à ce jour. A cette époque, il y eut question de brancher directement un synthétiseur (clavier numérique) directement sur le clavier de l'ordinateur. Ce dernier servait strictement que de transmetteur de l'analogique au numérique.

La MAO a beaucoup progressé depuis, il existe des multitudes de logiciels de création musicale alliant le branchement d'un instrument de musique ou de mélangeur de son. Mais avant toute étude plus approfondie, il y a un minimum de connaissances informatiques qu'il faut maîtriser mais aussi le choix de son matériel avant même de déclencher la création d'une note de musique numériquement.



## 3.1 Les bases de la MAO ou du Home Studio

Si vous souhaitez composer votre propre musique sur un ordinateur ou si vous désirez allier instruments de musique et un ordinateur, bienvenue dans la MAO.

Pour créer de la musique sur ordinateur pas besoin d'être réellement musicien - même si c'est préférable - ou informaticien – heureusement mais quelques notions sont inévitables !

On a découvert avec le son numérique les premières informations essentielles à savoir, ce qu'est une fréquence d'échantillonnage par exemple. Quelques notions sont utiles avant tout dont voici quelques unes.

### 3.1.1 Qu'est ce que le MIDI ?

On ne peut pas parler de MAO sans parler de MIDI – Musical Instrument Digital Interface- au fil des années cela est devenu indissociable... pourquoi ? **Le midi est une norme** (avec sa prise voir ci-dessous) permettant de relier et de faire interagir les instruments qui la respectent. C'est le point de passage obligé pour qui décide d'utiliser plus d'une machine, et ses possibilités sont si vastes qu'il est impossible de le résumer à ces quelques lignes. Petit tour d'horizon...



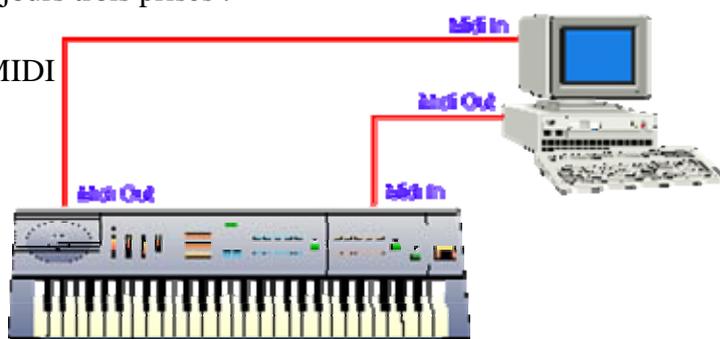
Le midi est une norme destinée à coder le jeu d'un musicien en temps réel. C'est à dire qu'en même temps que vous jouez, ce que vous faites est transcrit dans le langage midi, compréhensible par toutes les machines supportant cette norme, ordinateur comme instrument de musique. Il est bien plus destiné pour les claviers et les séquenceurs, mais il est possible de convertir un son analogique – instrument à corde ou à vent – en midi. Il est donc possible de jouer avec un clavier des sons de saxophones ou de violons – la qualité est loin d'être au rendez vous pour un musicien un peu minutieux, mais elle se développe de plus en plus.

Le midi vous permettra donc de vous faire des accompagnements, de lancer des séquences pendant que vous jouez, de composer, de faire vos partitions et de les vérifier avant un dépôt à la SACEM – cet organisme traite de tout ce qui concerne la déclaration, la protection et la gestion d'oeuvre musicale. (Source : [www.sacem.fr](http://www.sacem.fr))

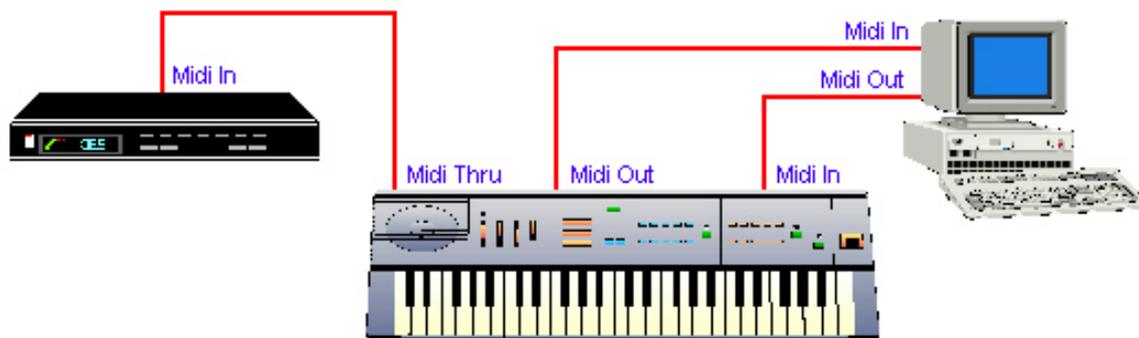
#### 3.1.1.1 Comment on branche les appareils en MIDI ?

Les appareils MIDI comportent quasiment toujours trois prises :

- **IN** : sert à recevoir des informations MIDI
- **OUT** : sert à en envoyer
- **THRU**: sert à en faire passer.



**Schéma 1** (source [www.arpegemusique.com](http://www.arpegemusique.com)) : On peut remarquer que le branchement est direct entre l'ordinateur et le clavier par les prises **In** et **Out**. On n'utilise pas de prise **THRU** car nous n'avons pas d'intermédiaire entre eux ou un autre instrument de musique ou un expandeur (boîtier générateur de sons). Voyons le **schéma 2** (source [www.arpegemusique.com](http://www.arpegemusique.com)) suivant ce qu'il permet de synchroniser plusieurs machines avec cette norme MIDI.



Le boîtier noir ci-dessus représenté est un expandeur, soit un générateur de son, ce qui permet au clavier de jouer des sons d'autres instruments. Les possibilités sont nombreuses selon le matériel que l'on possède.

### 3.1.1.2 Quel est le rôle de l'ordinateur ?

Le rôle de l'ordinateur est d'agir en tant que maître, il va contrôler les informations MIDI, c'est lui qui va fournir les sons (possible aussi avec un expandeur) et les autres appareils se chargent de produire les sons, en général on utilise un clavier.

La puissance des ordinateurs d'aujourd'hui permet de se servir de l'ordinateur comme un sampleur ; c'est le fait de digitaliser du son, c'est aussi l'instrument qui lit et produit des samples (échantillon). En français, on peut dire échantillonneur.

## 3.2 Du côté de l'ordinateur : La carte son et le disque dur

On a besoin de plusieurs éléments dans un ordinateur pour pouvoir créer de la musique, le plus important à comprendre est que l'ordinateur doit être assez performant pour pouvoir créer de la musique. L'élément le plus important est sans aucun doute la carte son.

**Une carte son** est le périphérique en charge du son de votre informatique. Son choix est essentiel. C'est elle qui opère le passage de l'analogique-numérique (AN) en entrée et numérique-analogique (NA) en sortie. Si la qualité des convertisseurs, aussi bien AN que NA, est un élément important lors du choix d'une carte son, il n'est pas le seul. La carte son est le système central de traitement du son de votre PC, le point d'entrée et de sortie des flux audio. Afin de traiter ces flux audio de manière efficace, une bonne carte son pour musicien doit être à même d'endiguer ce fléau que connaît tout MAOïste : **la latence**. La latence est le temps de traitement d'un flux audio entre le moment où il rentre dans la carte son et le moment où il ressort sur vos enceintes – pour éviter ce problème, il est possible de numériser à très haute fréquence ; cela permet d'atteindre des latences très faibles. Notez aussi que votre carte son peut ou non faire office d'interface MIDI. C'est à dire qu'elle permet à l'ordinateur de dialoguer avec les instruments et appareils MIDI.

Pour choisir une bonne carte son, il faut faire attention à différents paramètres dont voici une vision simplifiée :

- **LA RÉOLUTION** : donnée en bits (16 bits, 20 bits, 24 bits...) elle influe sur la qualité du son. Plus elle sera élevée meilleur sera le son. La qualité CD est a 16 bits, il est préférable d'utiliser du 20 voir 24 bits ou même du 32 bits.
- **LA FRÉQUENCE D'ÉCHANTILLONNAGE** : plus elle est élevée plus précis sera le son. La fréquence d'échantillonnage d'un CD étant de 44,1 KHz, mieux vaut privilégier au dessus.
- **LE RAPPORT SIGNAL/BRUIT** (RSB ou SNR en anglais) : il nous renseigne sur le « souffle » produit par la carte. Plus la valeur, mesurée en décibel est élevé et mieux c'est (exemple : >96 db, c'est mieux que >87 db)
- **LA DYNAMIQUE** : il s'agit de la différence entre le niveau le plus faible et le niveau le plus élevé du son. Par exemple, 97 dB de dynamique signifie qu'à 0 dBFS, le « souffle est à - 97 DB ». A savoir sur le 0dBFS (Décibel Full Scale) : c'est l'art de la prise de son numérique, il faut se rapprocher au maximum de ce seuil sinon lors d'un dépassement ou saturation du son (niveau de volume trop haut) cela se traduira par un clic qui détériore irrémédiablement le signal converti.
- **LE FULL DUPLEX** : cela veut simplement dire que la carte est capable de jouer du son et d'enregistrer au même moment. Notion fortement essentielle pour le MAOiste.
- **LE NOMBRE DE VOIX** (ou polyphonie) : de la carte indique le nombre de notes pouvant être jouées en même temps.

Autre élément important, le disque dur. Comme l'image, le son numérique est un gros consommateur de ressources. Il nous faudra un ordinateur le plus puissant possible doté d'un maximum de mémoire vive et un **disque dur** avec une grande capacité car vous allez générer bon nombre de fichiers audio non compressé. Un petit conseil : avoir deux disques dur sur l'ordinateur permettra de sauvegarder dans le deuxième toutes les bandes sons et dans le premier le système d'exploitation. Cela permettra de pouvoir travailler sans ralentir l'ordinateur et en cas de souci de ne pas perdre vos données.

### 3.2.1 Les logiciels de MAO

Le logiciel a utilisé en MAO dépend de vos attentes et vos besoins. A savoir si vous désirez créer de la musique avec des importations de sons créer par vous avec vos instruments de musique ou si vous préférez utiliser que des bandes sons (sample) préalablement installées dans l'ordinateur pour faire votre montage personnel. Pour cela nous allons expliquer les différents logiciels existants par famille :

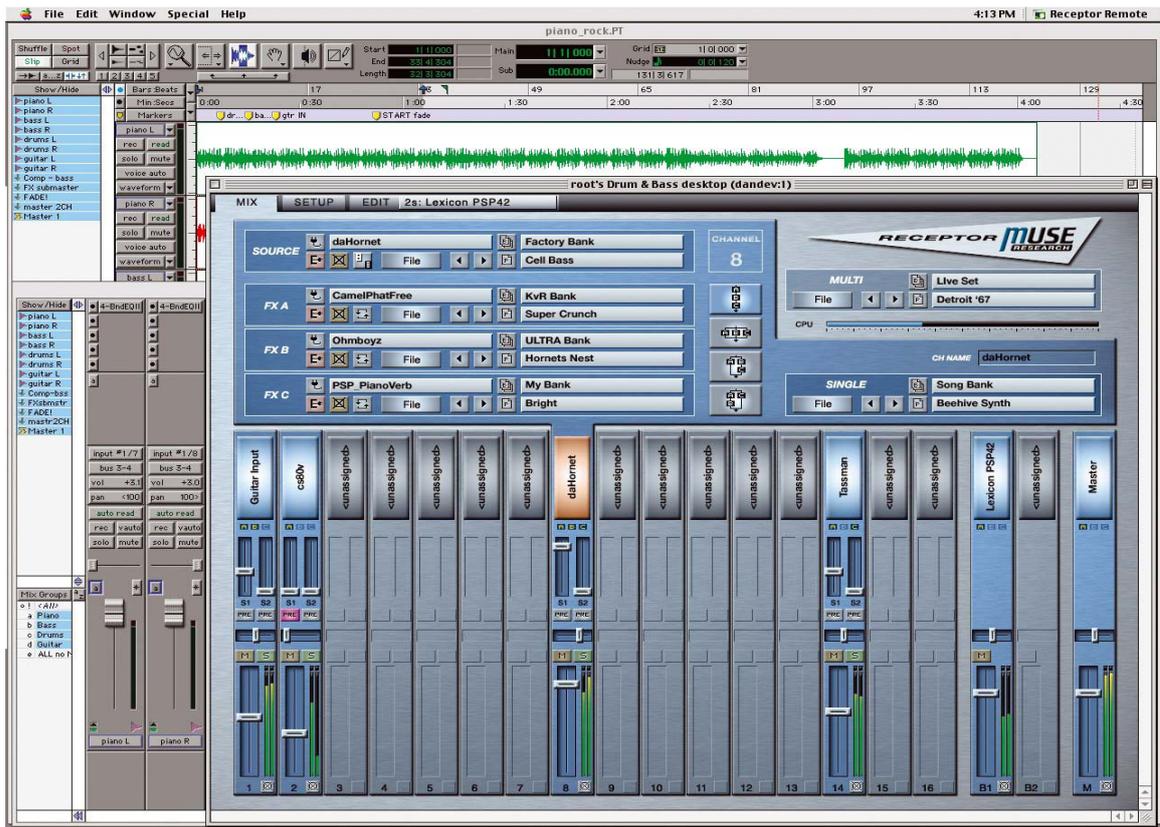
- **LES ARRANGEURS ET GÉNÉRATEURS AUTOMATIQUE DE MUSIQUE** : C'est sans doute le moyen le plus simple de produire de la musique pourvu que l'utilisateur de ce type de logiciel possède quelques notions de solfège et de rythmique. Il lui sera demandé en effet sur ces logiciels, de saisir une grille d'accord, placer quelques variations, définir un style, puis s'essayer à une improvisation, « tester » rapidement une composition, reproduire un morceau connu etc. On ne crée pas réellement ses propres mélodies, on fait une variante d'un existant.
- **LES DIRECT-TO-DISK** : Comme leur nom l'indique, ils servent à enregistrer le son directement sur votre disque dur. Ils sont essentiellement dédiés à l'audio et beaucoup ne gèrent pas ou mal le MIDI. De fait, ils sont les plus proches des concepts de studios analogiques, basés sur des magnétophones multipistes.
- **LES EDITEURS AUDIO** sont dédiés quasi exclusivement au travail de précision sur les fichiers : découpage, montage, nettoyage, ajout d'effets et peuvent être associés à l'image (diaporama, vidéo etc.).
- **LES EDITEURS DE PARTITION** sont utiles pour imprimer vos musiques et les faire jouer par d'autres musiciens et/ou orchestre mais surtout pour votre déclaration auprès de la Sacem. Contrairement aux autres logiciels de musique, l'éditeur de partition ne nécessite aucun matériel supplémentaire pour être opérationnel. Au minimum, une carte son standard permettra d'auditionner son travail grâce au synthétiseur interne, et une imprimante, bien entendu, complétera la configuration de manière idéale. Equipé de fonctions très similaires aux traitements de textes et logiciels de PAO, il est tout aussi facile de saisir et « glisser-déposer » des éléments sur une portée virtuelle : les changements de tonalités, les conversions en portées pour batterie et ou en tablatures pour guitares, la reconnaissance optique de partitions imprimées, ou bien encore l'ajout de paroles avec une mise en page respectant le rythme et la mélodie.

- **LES SÉQUENCEURS** permettent d'enregistrer des données en midi et audio dans un même environnement. La plupart des ténors du marché (Logic, Cubase...) disposent d'une technologie d'effet temps réel basée soit sur des modules additionnels, soit sur la **technologie DirectX** de Microsoft. Cette dernière technologie rend possible la réutilisation des modules additionnels (Plug-ins) dans tous les programmes audio présents dans votre machine. Les séquenceurs seront plutôt réservés à une utilisation associant création, arrangement, production, mixage, traitement et effets, audio et MIDI, et nécessitent la plupart du temps un équipement adaptés (clavier maître, carte audio spécialisée, câbles, etc.). Le logiciel séquenceur servira de « maître » dans votre assemblage de logiciel MAO car si le micro-ordinateur est le cœur de votre réseau musical, le séquenceur en sera le principal « animateur », il gèrera les autres logiciels qui lui seront greffés.
  
- **LES PLUG-INS**, qui signifie « qui se branche sur » sont des petites applications qui se greffent sur de plus gros logiciels (logiciel hôte) pour leur apporter des fonctions supplémentaires, leur caractère « universel » et leur diversité permettent de les utiliser indifféremment avec de nombreux logiciels compatibles Direct X, VST et TDM. On retrouve deux grandes familles de Plug-ins qui sont de plus en plus regroupées dans un même logiciel :
  - **LES EFFETS** ne sont ni plus ni moins que les équivalents virtuels des effets de studio : reverb, delay, compresseurs...
  
  - **LES INSTRUMENTS VIRTUELS** sont des instruments de musique sous forme logiciels. Ils peuvent reproduire (plus ou moins bien) des instruments existants soit proposer des concepts complètement nouveaux. Ils permettent ainsi à votre ordinateur de se transformer en synthétiseur, sampleur, boîte à rythme, etc.
  
- **SYNTHÈSE SONORE LOGICIELLE** : Que vous le croyez ou non, votre unité centrale, aussi austère soit-elle (excepté sous Mac bien entendu), dissimule un véritable synthétiseur. Mais l'inverse est tout aussi vrai : tout synthétiseur cache sous son clavier et ses potentiomètres, un ordinateur... De nos jours, générer des fréquences, leur appliquer divers traitements ne relève plus du miracle technologique.

Voici ci dessous des représentations graphiques des logiciels MAO qui nous intéresseront plus dans la création musicale, par catégorie...

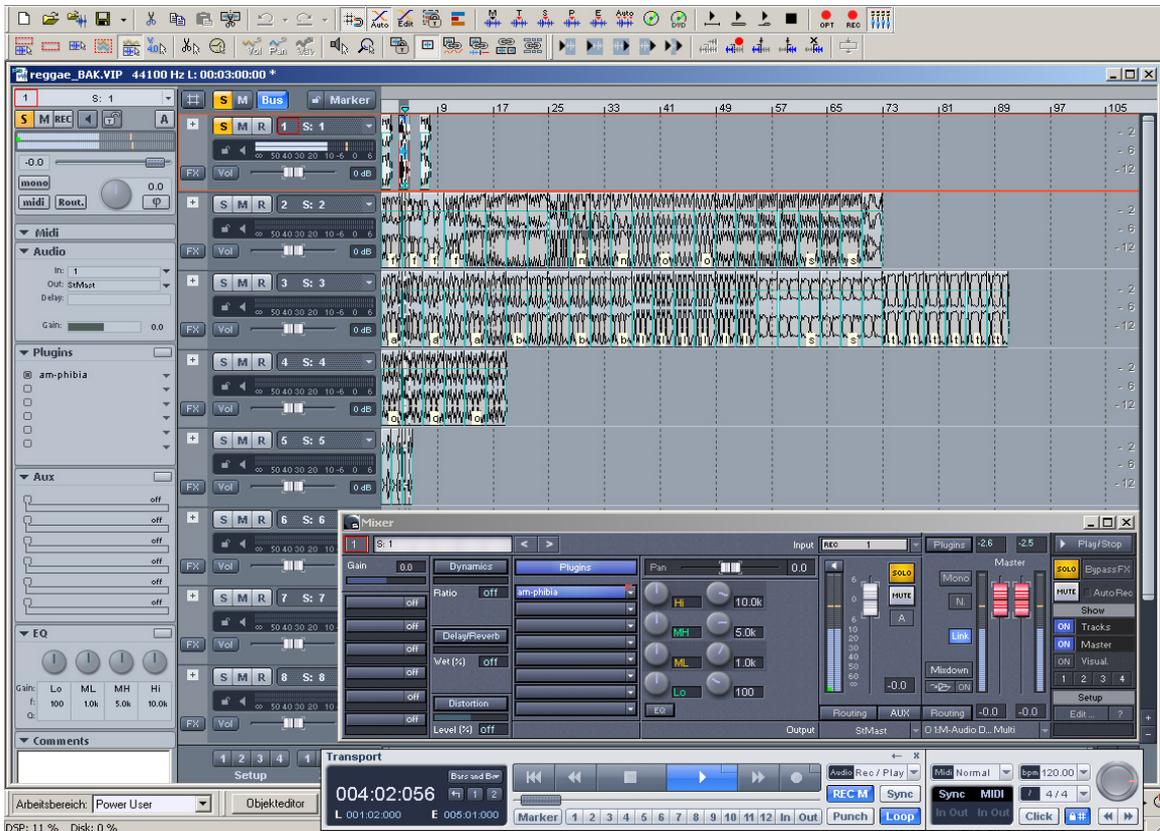
# LES DIRECT-TO-DISK

## PROTOOLS



Source : www.pek.ch

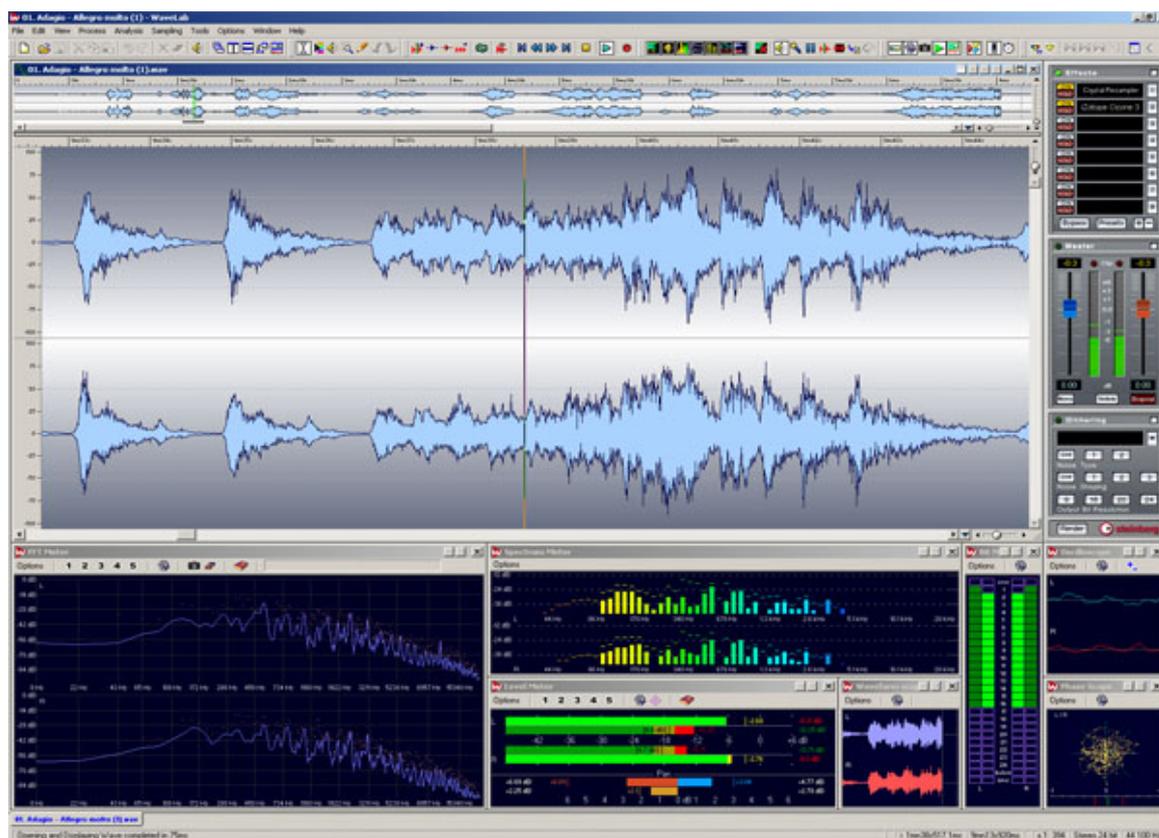
## SAMPLITUDE



Source : www.target-music.ch

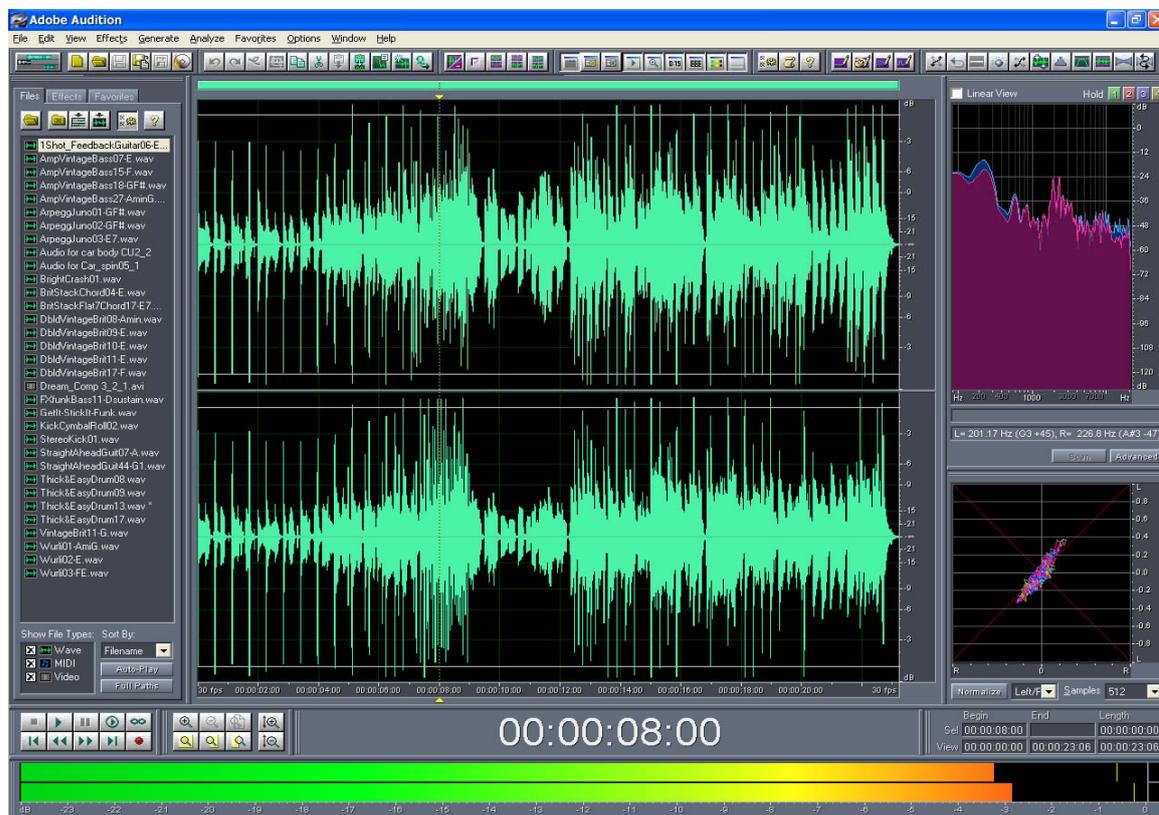
# LES ÉDITEURS AUDIO

WAVELAB



Source : www.audiocity.cz

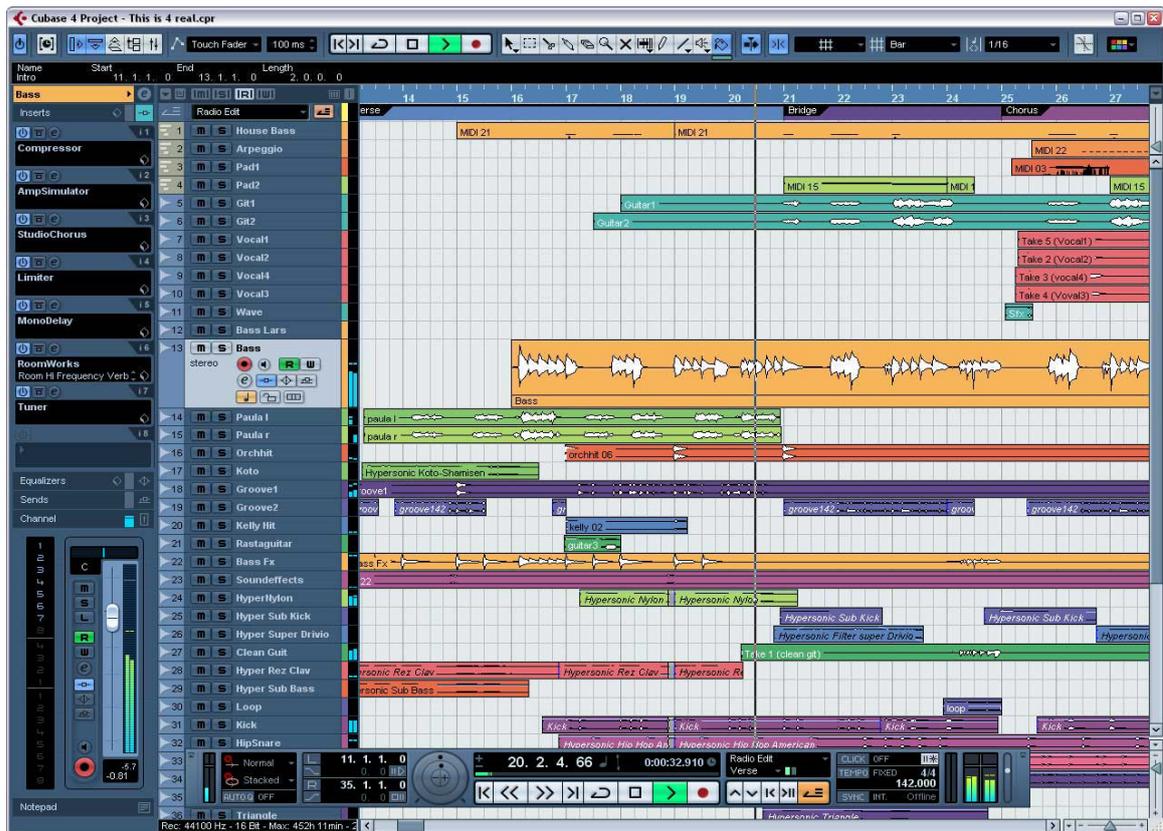
ADOBE AUDITION 1.5



Source : www.audiomidi.com

# LES SÉQUENCEURS

CUBASE



Source : www.sonicftp.com

DIGITAL PERFORMER



Source: www.watch.impress.co.jp.com

# LES PLUG-INS

## LES EFFETS



## LES INSTRUMENTS VIRTUELS



### 3.2.2 Les séquenceurs les plus populaires

Ce que nous proposons est un classement des logiciels séquenceurs les plus populaires sur le net, d'après une étude récente - novembre 2007 - du site internet [www.ratiatum.com](http://www.ratiatum.com). Ce dernier a été réalisé en fonction du nombre de recherches effectuées sur Google, Yahoo, AOL ou MSN, les 4 moteurs représentant 91 % des recherches sur internet.

L'intérêt ici est de savoir lequel des séquenceurs, qu'on va qualifier de « maître », doit-on choisir pour développer la MAO chez soi. Ils existent des centaines de logiciels sous plusieurs marques, qui sont elles mêmes plus d'une centaine. Le choix est essentiel mais c'est aussi un casse tête pour un novice.

N°	Nom	OS	Marques	Prix	Démo	Commentaires
1	<b>PRO TOOLS</b>	PC MAC	Digidesign	72€ à 192 € selon version	NON	Il est très utilisé dans le milieu professionnel, d'où sa première position dans le classement. C'est un Direct-to-Disk à la base.
2	<b>FL STUDIO ou FRUITYLOOPS</b>	PC MAC	Image-Line	33 € à 244 € selon version	OUI	C'est une autre référence du genre. Il s'agit d'un très bon outil pour les triturer les samples.
3	<b>CUBASE 4</b>	PC MAC	Steinberg	869 €	NON	A l'instar de ProTools, Cubase est très populaire auprès des studios. De nombreux adeptes de la MAO le conseilleront comme <b>LA référence ultime</b> , mais il faut être prêt à en payer le prix.
4	<b>SONAR</b>	PC	Cakewalk	351 € à 588 € selon version	OUI	Sonar est un produit à peu près équivalent à Cubase, mais si ce dernier a acquis une meilleure notoriété en Europe, il semble que Sonar est une légère avance aux Etats-Unis.
5	<b>AUDITION</b>	PC	Adobe	417 €	OUI	Adobe tente de rendre plus intuitifs les logiciels MAO sans pour autant abandonner la qualité. Les possibilités ne sont pas autant étendues qu'avec Cubase mais il conviendra à ceux qui ne veulent pas investir dans un logiciel couteux et compliqué.
6	<b>GARAGEBAND</b>	MAC	Apple	79 € dans le pack iLife	NON	A l'initiative d'Apple de vulgariser la MAO, Garageband est un logiciel facile à utiliser mais limité si on veut compliquer un peu.
7	<b>DIGITAL PERFORMER</b>	MAC	Motu	575 €	NON	Un autre logiciel pro développé pour MAC, il est aussi développé que Cubase pour un prix inférieur.
8	<b>SOUND FORGE</b>	PC	Sony	200 €	OUI	Sound Forge est un logiciel qui permet de retoucher le son d'un fichier et non pas de gérer des compositions musicales. Il est considéré comme un des meilleurs sur le marché.
9	<b>LOGIC</b>	MAC	Apple	479 €	NON	Logic est un incontournable comme Cubase. Il est moins cher que ce dernier mais les mises à jour ne sont pas données (300 € pour passer de la version 6 à la version 7).
10	<b>ACID</b>	PC	Sony	250 €	OUI	C'est le roi des séquenceurs à boucles, ce qui le rend particulièrement utile lorsqu'il s'agit de créer des morceaux rapidement. Par contre il ne gère pas la création musicale comme Cubase ou Logic.

Les critères de sélection :

- ✓ Le premier critère est son **système d'exploitation**, on remarque que l'on ne peut pas accéder à tous les logiciels.
- ✓ Le deuxième critère non négligeable est **le prix** : la MAO est très coûteuse.

C'est pourquoi avant de faire son choix définitif il est préférable de télécharger des versions d'essais gratuites sur Internet. Ils n'existent pas de démonstration des dernières versions pour tous, à défaut il existe des versions limitées comme Cubase VST/32 qui est téléchargeable gratuitement. Cela permet au moins d'avoir une première approche du logiciel avant son achat définitif.

Pour terminer, j'espère que la MAO aura eue au moins le mérite de vous intéresser d'avantage à la musique simplement.

## Table des matières

1	Le son numérique .....	3
1.1	Qu'est-ce qu'un son ? .....	3
1.2	Qu'est ce qu'un son numérique ? .....	3
1.3	La conversion en numérique.....	5
2	La compression .....	6
2.1	Les formats destructeurs ou Lossy .....	6
2.2	Les formats non destructeurs ou Lossless .....	7
2.3	Comparatif des formats Lossy .....	8
2.4	Comparatif des formats Lossless.....	11
2.5	Conclusion sur la compression .....	12
3	La MAO – Musique Assistée par Ordinateur.....	12
3.1	Les bases de la MAO ou du Home Studio.....	13
3.1.1	Qu'est ce que le MIDI ? .....	13
3.1.1.1	Comment on branche les appareils en MIDI ?.....	13
3.1.1.2	Quel est le rôle de l'ordinateur ?.....	14
3.2	Du côté de l'ordinateur : La carte son et le disque dur.....	14
3.2.1	Les logiciels de MAO .....	16
3.2.2	Les séquenceurs les plus populaires.....	22

## SOURCES

### SON NUMERIQUE & COMPRESSION

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Apple\\_Lossless](http://fr.wikipedia.org/wiki/Apple_Lossless)  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Format\\_audio](http://fr.wikipedia.org/wiki/Format_audio)  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Monkey's\\_Audio](http://fr.wikipedia.org/wiki/Monkey's_Audio)  
<http://mao.audiofanzine.com/apprendre/dossiers/index,idossier,31,page,1.html>  
[http://www.zdnet.fr/produits/logiciels/audio\\_video/0,39049729,39161987,00.htm](http://www.zdnet.fr/produits/logiciels/audio_video/0,39049729,39161987,00.htm)  
<http://www.01net.com/editorial/191771/kbps/>  
[http://www.supinfo-projects.com/en/2006/comparatif\\_audio/introduction/](http://www.supinfo-projects.com/en/2006/comparatif_audio/introduction/)  
<http://www.commentcamarche.net/audio/son.php3>  
<http://www.son.free.fr/Midi.html>  
<http://www.mao.adan.asso.fr/>  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Son\\_\(physique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Son_(physique))

### MAO

[http://fr.audiofanzine.com/apprendre/dossiers/index,idossier,69,mao,les\\_bases\\_de\\_la\\_mao\\_\\_d\\_u\\_home\\_studio\\_1\\_2.html](http://fr.audiofanzine.com/apprendre/dossiers/index,idossier,69,mao,les_bases_de_la_mao__d_u_home_studio_1_2.html)  
<http://www.mao.adan.asso.fr/>  
<http://www.zikinf.com/articles/mao/>  
<http://www.oamao.com/>  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Musique\\_assist%C3%A9e\\_par\\_ordinateur](http://fr.wikipedia.org/wiki/Musique_assist%C3%A9e_par_ordinateur)  
<http://www.toutpourlamusique.com/mao/>  
<http://pagesperso-orange.fr/domz/Mainframe.html>  
[http://deb8076.blogspot.com/2006\\_06\\_01\\_archive.html](http://deb8076.blogspot.com/2006_06_01_archive.html)  
[http://www.plugins-audio.com/remository/Download/---PC\\_\(windows\)/-Download\\_Free\\_Vst\\_Effect/Guitar/](http://www.plugins-audio.com/remository/Download/---PC_(windows)/-Download_Free_Vst_Effect/Guitar/)  
<http://www.maomagazine.com/>  
<http://dictionnaire.phpmyvisites.net/definition-Expandeur-12259.htm>  
<http://www.tout-savoir.net/lexique/definition/2273/direct-to-disk/>  
<http://www.zicweb.com/scripts/get.pht?1g=fr&i=1>  
[http://www.01net.com/windows/Multimedia/edition\\_audio/fiches/13108.html](http://www.01net.com/windows/Multimedia/edition_audio/fiches/13108.html)