

*Enfant, mon meilleur échappatoire, au sein de cette banlieue qui m'amoindrissait, était une belle rêverie éveillée.*

*Je me voyais aspiré par le siphon du lavabo et je resurgissais aussitôt dans le port de Marseille, d'Alger,  
d'ailleurs... Je voyageais ainsi en m'affranchissant de toute latence !*

*Ô, maoïste... ce n'était qu'un rêve !*

## La latence et Logic audio

### Quelques définitions

Latence

Mémoire tampon - Buffer

L'échantillonnage

Le taux d'échantillonnage

### Relation entre latence, buffer et taux d'échantillonnage

La recherche d'un compromis

Calculer la latence induite par le buffer (entrée + sortie)

Le safety buffer

Régler buffer et safety buffer

### D'autres facteurs de latence

Latence de l'interface audio et du driver

*Calculer cette latence*

*Régler du délai d'enregistrement et vérification*

### Latence liée à l'usage de modules

*Compensation des différents temps de latences liées aux modules*

*Réglage de la compensation*

*Le mode de faible latence*

*Le réglage individuel des bus (faible latence sécurisée)*

### Limiter les latences

Alléger les tâches de l'ordinateur

L'usage des modules... bus... auxiliaires...

### Exemples de latences

Latence totale de monitoring audio

Latence de monitoring avec jeu des instruments logiciels en live dans Logic

### Dans le manuel

### Liens

*Diffusion autorisée. Merci de conserver les références à l'auteur.*

[gilles@mille-et-une-vagues.org](mailto:gilles@mille-et-une-vagues.org) - Janvier 2009 - Gilles Patrat - <http://www.gilles.mille-et-une-vagues.org/>

# La latence

Ce phénomène a de multiples causes et ses effets sont divers...

Et pour tout dire, alors que l'on parle en général de la latence - au singulier - on devrait plutôt parler de latences - au pluriel - puisqu'au sein d'un même projet, il y a différentes latences. Lesquelles ne se traitent pas de la même façon...

## Quelques définitions

### Latence

En informatique et plus spécifiquement sur les réseaux informatiques, la latence (aussi appelée lag) désigne le délai entre le moment où une information est envoyée et celui où elle est reçue.

Il s'agit en général d'un intervalle entre la fin d'un événement et le début de la réaction à celui-ci.

### Mémoire tampon - Buffer

Une mémoire tampon, couramment désignée par le terme anglais buffer, est une zone de mémoire vive ou de disque utilisée pour stocker temporairement des données, par exemple quand deux processus ne s'exécutent pas au même rythme, et aussi quand deux matériels ne travaillent pas au même rythme.

Ainsi, les données envoyées vers un périphérique (externe) sont le plus souvent stockées dans des mémoires tampon en attente de leur envoi

effectif pour épargner à l'ordinateur le contretemps dû à la différence de débits entre le microprocesseur interne et les différents périphériques souvent lents. Enfin, pour des raisons d'efficacité, les données reçues de l'extérieur sont le plus souvent stockées dans des tampons en attente de leur traitement par l'ordinateur afin d'éviter qu'une réception de données trop rapprochées fasse que certaines, non traitées, ne soient perdues.

### L'échantillonnage

La transformation d'un signal analogique (continu) en signal numérique (discret), se fait en capturant des échantillons à intervalle de temps régulier. C'est une étape nécessaire pour pouvoir enregistrer, analyser et traiter un signal sonore par ordinateur, car celui-ci ne peut traiter que des nombres.

### Le taux d'échantillonnage

La fréquence à laquelle les échantillons sont capturés est la fréquence d'échantillonnage, appelée aussi cadence d'échantillonnage ou taux d'échantillonnage, sample rate en anglais. Ce taux est exprimé en Hz ou plus souvent en kHz.

Par exemple, un CD audio contient des données musicales échantillonnées à 44,1 kHz (44100 échantillons par seconde).

## Relation entre latence, buffer et taux d'échantillonnage

La taille du buffer et le taux d'échantillonnage influencent mécaniquement les valeurs de latence :

- plus la taille du buffer est petite, plus petite est la latence (pour un même taux d'échantillonnage),
- plus grand est le taux d'échantillonnage (44.1 ; 88.2 ; etc.), plus petite est la latence (pour une même valeur de buffer).

La relation entre ces trois facteurs est simple :

- la latence induite double à chaque doublement de valeur du buffer (32 ; 64 ; 128 ; 256 ; 512 ; 1024),
- la latence est divisée par deux quand on double la fréquence d'échantillonnage (44,1 ; 88,2).

## La recherche d'un compromis

Diminuer seulement la taille du buffer ou augmenter seulement le taux d'échantillonnage impose une plus grande charge de travail à l'ordinateur. Autrement dit, à rendement égal et confortable de l'ordinateur, doubler le taux d'échantillonnage implique de doubler la taille du buffer, et vice-versa.

Un quatrième facteur est aussi à prendre en considération :

- plus on augmente le nombre de plugins, plus la charge de travail augmente et plus il faudra augmenter la taille du buffer.

L'objectif étant le traitement sans heurts des données numériques, c'est finalement la puissance de l'ordinateur qui impose ses limites.

## Calculer la latence induite par le buffer (entrée + sortie)

**Latence en millisecondes = taille du buffer/taux d'échantillonnage\*2**

Soit une valeur de 2,9 ms pour un buffer de 64 et un taux de sample de 44.1 [  $(64/44,1)*2$  ]

Soit une valeur de 5,8 ms pour un buffer de 128 et un taux de sample de 44.1 [  $(128/44,1)*2$  ]

## Le safety buffer

Cocher l'option **I/O Safety Buffer** rajoute un buffer aux buffers In et Out. Ceci permet de conserver un réglage moyen de I/O Buffer Size, et d'abonder le buffer.

Le plus souvent, il n'est pas nécessaire de cocher cette option.

## Régler buffer et safety buffer

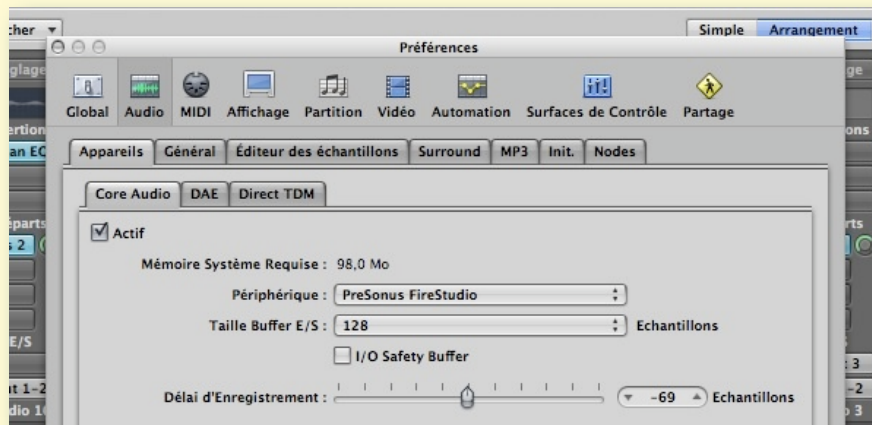
Pratiquement, il faut choisir une taille de buffer qui engendrera la plus petite latence possible, mais sans générer de clics ou de défauts. Une procédure efficace consiste, dans un projet d'essai, à diminuer progressivement la taille du buffer jusqu'à l'obtention de clics ou défauts, et de là, à revenir au précédent réglage.

Il faudra aussi tenir compte du nombre de plugins, s'ils sont gourmands.

Par ailleurs, le type d'interface audio est déterminant pour ces réglages :

- Une **interface Firewire** demande une taille de buffer de **128** minimum...
- Une **interface PCI/PCle** accepte une taille de buffer de **64**...

## Régler buffer, safety buffer et délai d'enregistrement



Pour régler la taille du buffer, activer le safety buffer ou préciser le délai d'enregistrement : aller en Préférences -> Audio -> Appareils -> Core audio

## D'autres facteurs de latence

### Latence de l'interface audio et du driver

Il faut la connaître pour pouvoir la compenser.

**Note.** Elle est indépendante des buffers.

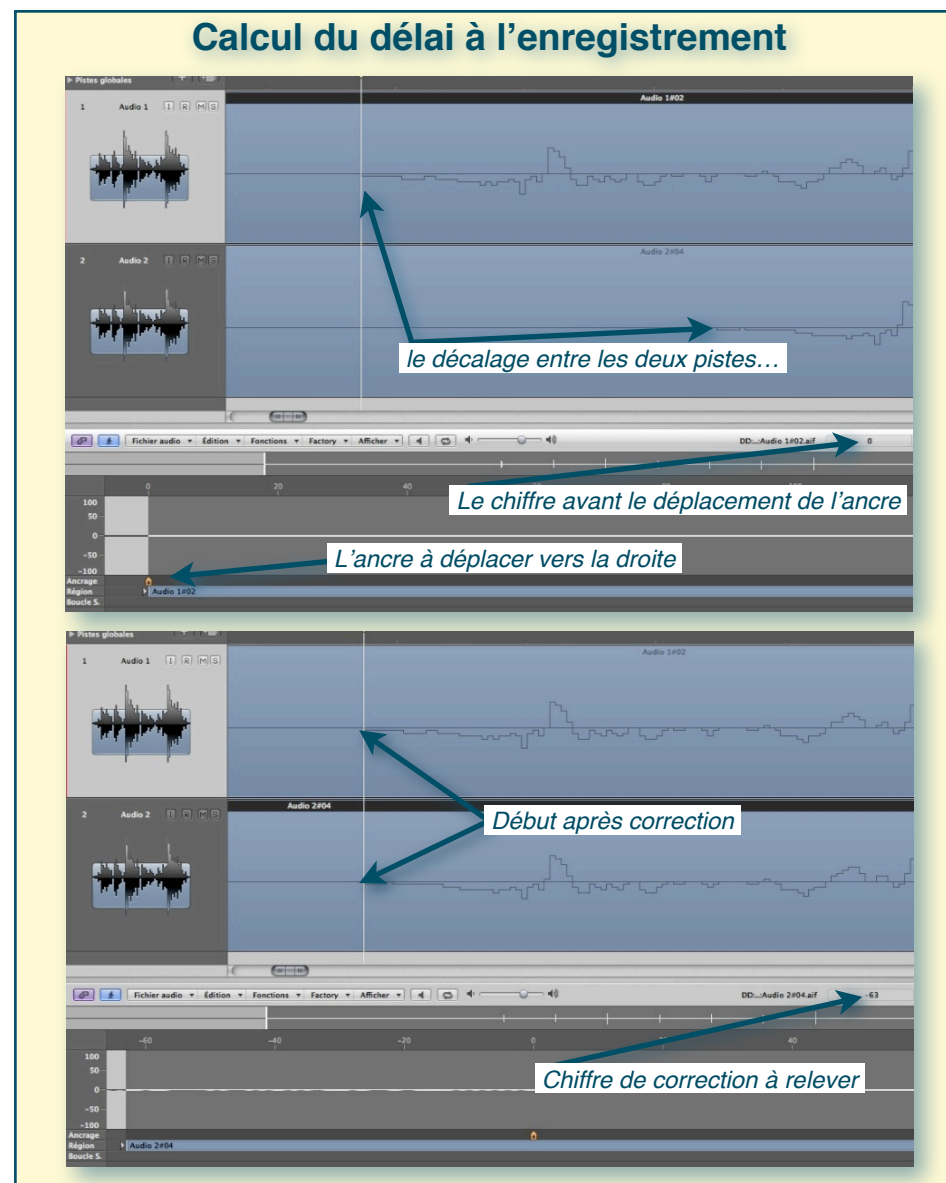
#### 1. Calculer cette latence

- Créer un projet vierge avec 1 piste audio
  - elle ne doit porter aucun plugin
  - désactiver le métronome
  - désactiver le monitoring logiciel
  - régler le délai d'enregistrement à zéro
- insérer ou enregistrer une courte région audio à la mesure 2 sur la piste 1 - canal 1
  - régler le fader à zéro
  - choisir output 1/2
- créer une piste 2 - canal 2
  - régler le fader à zéro
  - choisir input 1/2 et l'output 1/2
- connecter dans l'interface les input 1/2 aux output 1/2
- préparer l'enregistrement sur la piste 2
- enregistrer sur la piste 2 le playback de la piste 1 en commençant l'enregistrement à la mesure 1, puis désactiver l'enregistrement
- insérer sur la piste 2 le plugin (Utility ->) Gain et y activer l'inversion de phase
- réduire le niveau de l'output 1/2 de 6 db
- ouvrir la région de la piste 2 dans l'éditeur d'échantillon

- zoomer à fond
- régler le pas de la grille en samples
- relever le chiffre donné par l'indicateur (voir photo)
- dans l'arrangeur, sélectionner les deux régions et zoomer afin de faire apparaître précisément le début des pistes
- à nouveau dans l'éditeur d'échantillons, la région de la piste 2 étant sélectionnée, cliquer et déplacer l'ancre vers la droite jusqu'à faire coïncider parfaitement le début d'un son dans les deux régions de l'arrangeur
- quand les deux régions sont parfaitement calées, lancer une lecture ; le son doit tendre vers l'in audible
- relever le chiffre donné dans l'indicateur et trouver la différence avec celui précédemment relevé

## 2. Réglage du délai d'enregistrement et vérification

- régler en préférences le "délai d'enregistrement" avec le chiffre obtenu **[Voir capture d'image]**
- créer une piste audio (piste 3) et y enregistrer la piste 1 comme précédemment
- après inversion de phase, la lecture est assourdie, signe que le délai a bien été compensé
- sinon... Y a quel que chose qui cloche là d'dans ; faut y retourner immédiatement....



## Latence liée à l'usage de modules

Chaque processus numérique, utilisation d'un module, changement de volume, de balance, etc, génère un temps de latence. Et toutes les latences rencontrées sur un chemin donné s'additionnent.

Pendant, comme les canaux portent des modules différents, le temps de latence généré est différents pour chacun des canaux !

### 1. Compensation des différents temps de latences liées aux modules

Logic calcule les latences générées par les modules et déplace d'autant la lecture de chacune des pistes. Le résultat est que l'ensemble est bien synchronisé, alors que sans cette compensation, les pistes seraient toutes décalées à l'audition.

Deux méthodes de compensation s'appliquent selon les cas.

#### 1. *Compensation appliquée aux canaux audio et instruments logiciels*

Logic décale automatiquement vers l'avant (dans le temps) les pistes les plus affectées par la latence, jusqu'à ce qu'elles soient parfaitement calées avec la piste générant la latence la plus faible. La "correction" s'effectue ici sur les pistes qui ont de la latence. L'avantage de cette méthode est que les autres canaux (ne contenant pas de modules induisant un retard) n'ont pas besoin d'être retardés.

Ex. La latence d'un instrument logiciel est de 40ms, et celle d'un canal audio de 10ms. -> l'instrument logiciel sera joué 30ms en avance, et sera calé avec la piste audio.

#### 2. *Compensation appliquée aux canaux auxiliaires, bus, pistes de sortie et rewire*

Ici, la méthode est inverse : la référence est le canal le plus affecté par la latence, et ce sont tous les autres canaux qui vont être retardés et se synchroniser avec lui.

Ex. La latence du canal auxiliaire 1 est de 5ms, et celle du canal auxiliaire 2 de 30ms. -> le canal auxiliaire 1 sera retardé de 25ms.

### 2. Réglage de la compensation

Le réglage de compensation offre trois choix :

#### 1. Désactivé

#### 2. Pistes d'instruments logiciels et audio

- La première méthode est appliquée : les pistes portant des modules induisant une latence sont décalées vers l'avant, au niveau de la piste ayant la moindre latence. Les latences des auxiliaires, sorties et rewire ne sont pas compensées

#### 3. Tout

C'est à dire : pistes d'instruments logiciels, audio, auxiliaires, bus, sorties et rewire.

- Les deux méthodes sont combinées. Au final, les pistes sont retardées de façon à être synchrones avec celle générant la plus grande latence.

**[Voir capture d'écran]**



## 1. Cas de la lecture et du mixage

Le réglage “Tout” est parfaitement approprié dans le cas de la lecture et du mixage.

## 2. Cas du Live

Il n’y a pas de solution parfaite dans ce cas puisqu’il faut à la fois que le musicien ait un délai de retour acceptable dans son casque et que le flux live soit calé avec les pistes préenregistrées. Conditions inconciliables... ce qui implique quelques sacrifices...

### 1. Le réglage “Désactivé”

Cela suppose qu’il n’y a aucune latence à compenser, ou que l’on ne veut pas les compenser (chacun est libre...)

### 2. Le réglage “Pistes d’instruments logiciels et audio”

Les latences des canaux auxiliaires, bus, sorties et rewire ne sont pas compensées. Et cela s’entend...

➔ Il faut donc désactiver (“contourner” selon le manuel...) les modules sur ces canaux, au moins ceux qui sont dérangeants.

Ensuite, il n’est pas possible d’avancer le flux live... On ne peut pas lire quelque chose qui n’a pas encore été écrit !

➔ Il faut donc désactiver les modules engendrant une latence sur le flux live.

**Remarque** : en mode de compensation “Pistes d’instruments logiciels et audio”, le contournement des modules élimine le temps de latence créé.

**Note** *Un petit essai montre que si l’on conserve des modules actifs sur la piste d’enregistrement, l’enregistrement est inscrit en retard dans sa région. Dans le cas de cet essai fait avec 6 plugins sur le canal d’enregistrement, le retard était de 95 samples. Mais puisque l’on peut “étalonner” la latence de la piste, on peut aussi la corriger en décalant*

*l’ancre de cette même valeur après enregistrement...*

*Quant au retour casque, cela ne m’a pas paru perturbant, contrairement à la lecture des auxiliaires non compensés qui sont lus très décalés...*

## 3. Le réglage “Tout”

Comme on l’a vu précédemment, le réglage “Tout” restitue l’ensemble des pistes préenregistrées parfaitement calées, ou plus exactement toutes décalées (retardées) de façon à être synchrone. Mais le flux enregistré est, lui, restitué avec un retard qui est égal à au décalage nécessaire pour être synchrone avec la piste qui porte la plus grande latence -> L’enregistrement est impossible dans ces conditions étant donné l’ampleur du décalage du retour au casque. Et ceci, même si le flux live ne porte aucun module.

➔ Si l’on est obligé de choisir le mode “Tout” parce qu’auxiliaires et/ou pistes portent des modules indispensables, dans ce cas on amoindrira le problème en choisissant aussi le mode de faible latence (voir plus loin).

➔ Si l’on veut enregistrer sans le mode faible latence, il faut alors supprimer l’ensemble des modules sur tous les canaux, et ainsi le retard dans le casque est supprimé (et si on conserve des modules, il faut quand même supprimer les plus gourmands...). Avec ce réglage, le fait que le canal d’enregistrement porte ou non des modules ne semble pas générer une différence de positionnement (petit essai, et dans les deux cas, le retard de l’enregistrement était de 26 samples - 1/2 millième de seconde)

**Remarque** : en mode “Tout”, le contournement des modules sur les bus, les auxiliaires et les sorties **n’élimine pas le retard créé**. Vous devez supprimer totalement ces modules des logements Insertion afin d’éliminer la latence.

### 3. Le mode de faible latence

Ce mode est utile si la compensation est réglée sur “Tout” et que l’on conserve les modules.

Comme on l’a vu, dans ce cas, les modules engendrent une latence importante qui peut être inacceptable pendant l’enregistrement. Le retour au casque ressemblera pratiquement à un écho...

Le mode de faible latence étant activé, certains modules seront ignorés si la latence engendrée par l’ensemble des modules dépasse un certain seuil. Bref, dans ce cas, faute de pouvoir traiter la latence, Logic en supprime la cause en désactivant des modules. Les modules les plus gourmands sont les premiers désactivés.

Avec ce mode, les modules insérés dans le canal d’enregistrement ne posent pas de problème, mais ce n’est pas le cas des bus que ce canal porte... puisqu’ils ne cessent pas de réagir en écho, alors que la piste d’enregistrement est, elle, bien calée.

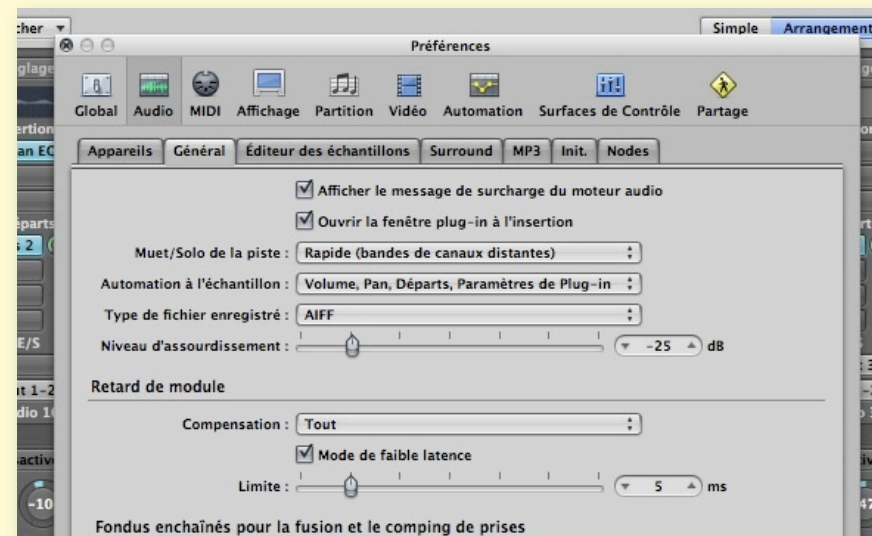
Pour régler cela, quand le mode de faible latence est activé, les bus sur les canaux ayant un input en entrée (et pas ceux qui ont un bus ou qui n’ont rien en entrée...), et dont le bouton d’enregistrement est activé offrent alors un réglage individuel nommé “faible latence sécurisée”, lequel permet de désactiver individuellement le passage dans ces bus.

**Le réglage du mode de faible latence** consiste donc à déterminer le délai maximum acceptable que l’on aura entre le son émis et son retour au casque. Ensuite il suffit de l’activer au moment des prises. A noter que l’on peut intégrer un bouton d’accès rapide dans l’interface.

**Note 1** Le mode de faible latence n’affecte que la latence induite par les modules.

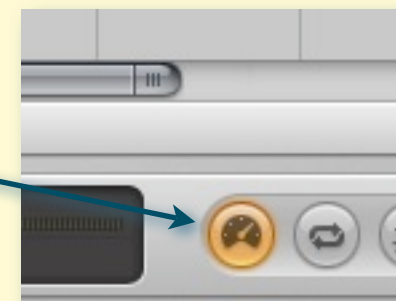
**Note 2** Le mode de faible latence n’a de sens que dans le cas du monitoring logiciel, le monitoring matériel se faisant, lui, au niveau de la carte-son

### Réglage de compensation, faible latence et limite admissible



Ces réglages se font en Préférences -> Audio -> Général -> retard de module.

Bouton “Mode faible latence”





#### 4. Le réglage individuel des bus (faible latence sécurisée)

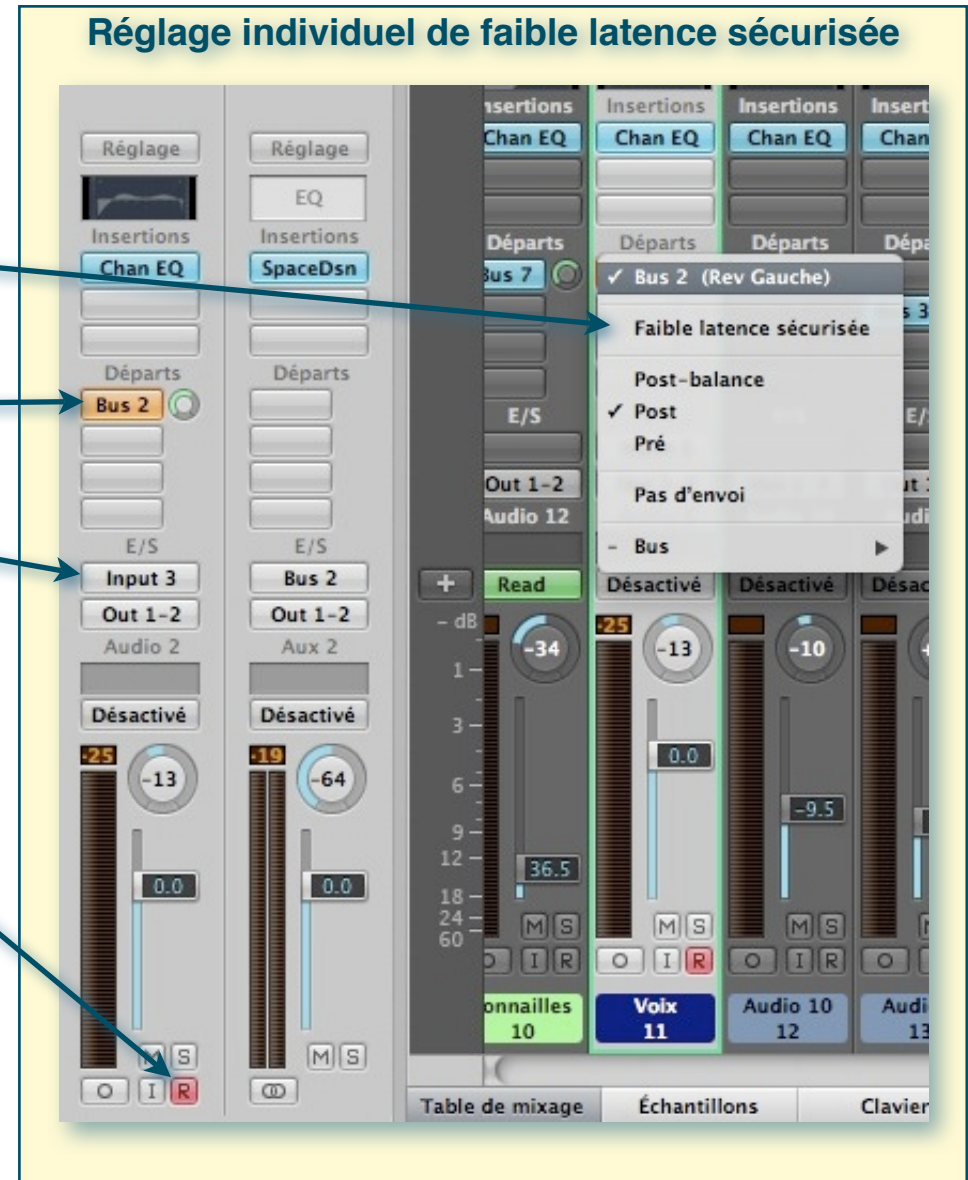
Il se fera en fonction de choix particuliers :

- Par défaut, il permet le passage dans le bus concerné.
- En le décochant, il désactive le dit bus.

On peut les décocher un par un, selon nécessité.

Les bus où la faible latence est désactivée apparaissent alors en orange :

- quand il y a un input en entrée
- et que l'enregistrement est activé



## Limiter les latences

### Alléger les tâches de l'ordinateur

Quand il est à la foire, il n'est pas au moulin !

Pratiquement, il faut que l'ordinateur soit dans de bonnes conditions de fonctionnement. Des fonctions tournant inutilement ralentissent l'ordinateur et peuvent donc induire des latences, voire des problèmes, puisqu'il est moins disponible pour traiter les signaux.

Désactiver :

- les connexions bluetooth,
- les connexions wi-fi,
- et toutes tâches de fond inutiles, etc...

### L'usage des modules... bus... auxiliaires...

On peut certainement enregistrer tout et n'importe quoi dans le plus grand désordre... et y passer beaucoup de temps...

Mais il ressort de cette petite étude des latences que le recours à un plan de travail pourrait se révéler très utile... et faire gagner beaucoup de temps !

Pour l'essentiel, ce sont bien les modules qui peuvent poser problèmes, qu'ils soient insérés directement dans le canal d'enregistrement ou sur des bus, auxiliaires... Et c'est certainement à leur sujet que l'on devrait se montrer un peu méthodique.

## Exemples de latences

### Latence totale de monitoring audio

La latence totale de monitoring audio (complete audio monitoring latency, ou the roundtrip latency en anglais) est la somme des latences induites par :

- la conversion analogique/numérique (A/N ou AD converter en anglais)
- la portion entrée de I/O Buffer
- le driver audio (et tout ce qui s'y passe...)
- la portion sortie de I/O Buffer
- la conversion numérique/analogique (N/A ou DA converter en anglais)

### Latence de monitoring avec jeu des instruments logiciels en live dans Logic

Elle est a priori inférieure à celle d'un monitoring audio.

C'est la somme des latences induites par :

- le driver audio
- la portion sortie de I/O Buffer
- la conversion numérique/analogique (DA converter)

## Dans le manuel

- Utilisation des latences des modules Page 933
- Utilisation du mode de faible latence Page 934
- Résolution des problèmes de retard Page 937
- Connexion de votre interface audio Page 96

## Liens

- Note : les textes en marron sont des liens...

Le forum **CIGOL** dédié à Logic (en français). Nombre de difficultés y trouvent une solution... Et en plus, on est en bonne compagnie !

La **page de ressources d'Apple** concernant Logic (en anglais).

Un **article d'Apple** sur la latence de monitoring et les tailles de buffer (en anglais).

Une discussion sur le web au sujet du **délai d'enregistrement** (en anglais). C'est là que j'ai trouvé la base pour la procédure de calcul du délai d'enregistrement (Procédure que j'ai simplifiée dans le présent document pour une plus grande rapidité d'exécution, et avec un résultat aussi fiable).

Un **article très technique** sur la latence (par un amateur de Linux) (en français). Chiffre à l'appui, il tend à montrer que la latence de monitoring d'un instrument logiciel est plus importante que ce que l'on considère habituellement.

## Hors sujet

Un **site très complet** avec des articles sur la compression (en anglais).

Du même auteur, une **remarquable carte des fréquences**, avec des indications sur les instruments, la sensibilité de l'oreille, le spectre, les couleurs de son, etc... Allez y promener votre souris !

## De plus en plus hors sujet

Visitez mon **site perso**. Des ressources sur la flûte de Pan, et d'autres choses... Comme des karaoke pour apprentis musiciens (deux versions enregistrées, avec et sans l'instrument soliste, + la partition).

Pour ceux qui croient naïvement que les verres ne servent qu'à boire, une **visite indispensable** !

Et ceux qui s'intéressent à la symbolique liront avec intérêt un essai de mon crû, publié par l'Institut d'Ethnomusicologie de Bucarest, sur la **Symbolique originelle de la flûte de Pan**.

Et des petites histoires pour les marins...

N'hésitez pas à laisser un petit commentaire...

## Complètement hors-sujet

Pour tous ceux qui espèrent que l'Education Populaire n'a pas dit son dernier mot, visitez le **site OCR** que j'ai créé il y a quelques années pour un collectif de réflexion et d'action !