5/18/2025

Technologie des équipements et des supports

STATION AUDIONUMÉRIQUE ET SYNCHRONISATION

Sarah FASSEUR – Ingénieure du son

SOMMAIRE DE LA SÉANCE

1. La station audionumérique professionnelle
2. La synchronisation : définition
3. Les sources d'horloge
4. La synchronisation : notion de Time Code
5. Le LTC
6. Vocabulaire technique
7. Boîtier Tentacle

LA STATION AUDIONUMÉRIQUE PROFESSIONNELLE

Architecture d'une station audionumérique professionnelle :

- Une machine hôte puissante (Mac ou PC)
- Modules E/S analogiques et numériques
- Cartes accélératrices
- Modules externes d'accélération
- Un DAW (logiciel)
- Un contrôleur / surface de contrôle / Console
- Des plugins
- Une horloge externe

NUMÉRIQUE VERSUS ANALOGIQUE

- Enregistrement analogique :
  - Fluctuations de la pression acoustique transformées en signal électrique par le microphone
  - Stockage, en général, sous forme magnétique (bande magnétique)
  - Forte sensibilité aux perturbations : bruit, altération du support, défaut du système de lecture …
- Enregistrement numérique :
  - Audio haute définition
  - Moins sensible aux perturbations que l'analogique
  - Détection et correction des erreurs

LA SYNCHRONISATION : DÉFINITION

- Action de rendre solidaire et simultanée deux (ou davantage de) machines.

- Appliquées à l'audiovisuel, des informations sonores et visuelles sont dites synchrones lorsqu'elles sont perçues dans un temps. Il peut donc y avoir **synchronisme** entre une information visuelle et une information sonore ou entre deux informations sonores.

- **Signal de synchro** : signal de référence (impulsion régulière) sur laquelle les machines se calent pour avoir une vitesse de lecture constante et commune.

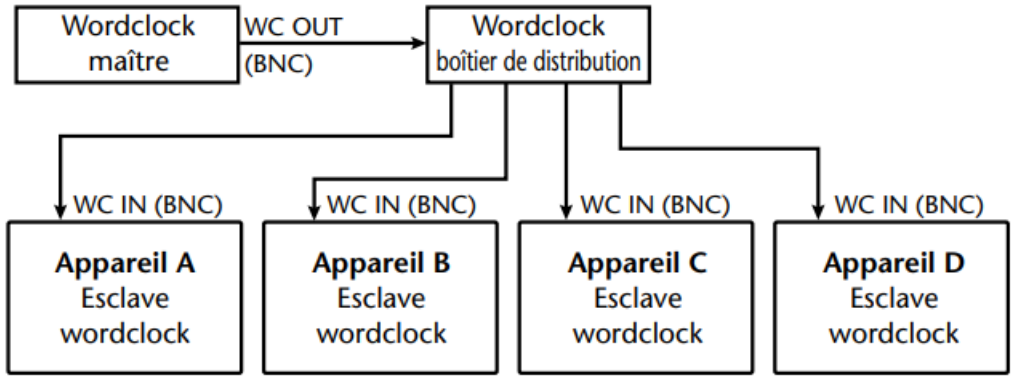
SYNCHRONISATION DU MATÉRIEL AUDIO NUMÉRIQUE

- A la différence du matériel audio analogique, le matériel audio numérique doit être synchronisé pour transférer des signaux audionumériques d'un appareil à l'autre.
- Une **absence de synchronisation** entre les circuits de traitement des deux dispositifs risque d'entraîner des **erreurs de transfert**, du bruit ou des **clics audibles**, même si les deux appareils utilisent la même fréquence d'échantillonnage.

- Il est donc impératif d'avoir une fréquence de référence commune à tous les appareils afin de s'affranchir des dérives inévitables de chacune des références « locales ».

- **Distribution en étoile**

Cet exemple utilise un boîtier de distribution wordclock pour amener individuellement le signal wordclock du maître à chaque esclave wordclock.



LES SOURCES D'HORLOGE

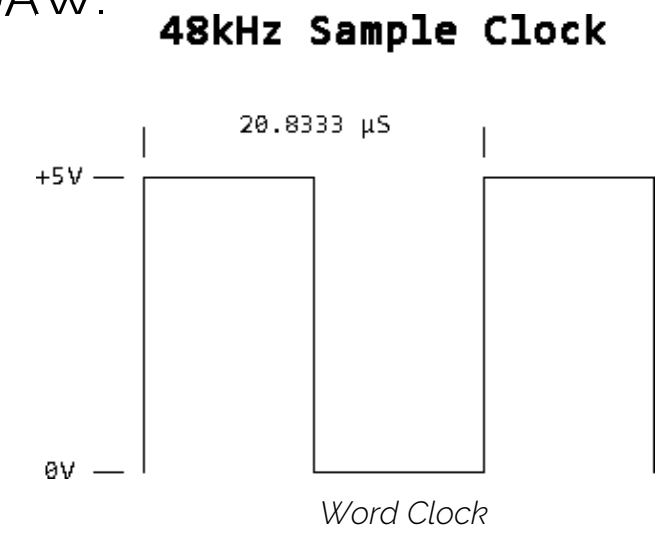
- Horloge audio :

  - **Word Clock** : signal électrique « carré » calé sur la fréquence d'échantillonnage (ex : 44,1 kHz ou 48 kHz). Le signal de la Word Clock est transmis par câble coaxial 75 Ω avec connecteurs BNC.

  - La référence **AES/EBU** (AES 11) : l'**AES 11** utilise le flux AES 3 pour distribuer sa référence audio. Cette référence ne contient pas d'audio mais uniquement un signal de synchro qui dépend de la source d'horloge utilisée dans le DAW.

- Horloge MIDI :

  - **MIDI Clock** : horloge utilisant le protocole MIDI.



Word Clock

LES SOURCES D'HORLOGE

Presonus 1824c :

HORLOGE MAÎTRE

- L'horloge délivre un signal à une fréquence de référence (ex : 25i ou un signal carré) à partir d'un quartz unique via des circuits PLL.
- C'est un signal de référence / base de temps commune à toutes les machines
- Toutes les machines connectées sont rythmées par l'horloge
- Cela permet de s'affranchir des dérives inévitables de chaque des références « locales »
- Avantages : stabilité et précision du signal de synchro

SYNC X : horloge maître de précision pour la post-production

LES SOURCES D'HORLOGE

- Horloge vidéo :

  - **Bi-level sync** (appelé aussi **black burst**) : signal vidéo analogique permettant la synchronisation des équipements vidéo. C'est appelé black burst car c'est une image noir codé qui sert comme signal de synchro calé sur la fréquence image.

  - **Tri-level sync** : Signal de référence vidéo, successeur du bi-level sync. Pour les signaux haut-définition.

  - **Video Ref** : Signal vidéo à la fréquence image.

LA SYNCHRONISATION : NOTION DE TC

- Utilisation du TC pour la synchronisation
- **TC = Time Code** => code temporel SMPTE
- **1967** : l'association américaine SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers) propose le code SMPTE : comptage du temps en **Heures, Minutes, Secondes, Images**.
- Chaque image possède une valeur de code unique (adresse temporelle)
- LTC ou VITC : deux techniques d'enregistrement du code temporel utilisées pour les bandes magnétiques (à l'époque).
    - **LTC** = Longitudinal Time Code
    - **VITC** = Vertical Interval Time Code
- Le TC permet de se repérer dans une session dans travail et également de synchroniser différentes machines entre elles.
- MTC = code temporel MIDI

LE LTC

- Le LTC SMPTE est un **signal analogique** transportant des données numériques.

- Le code SMPTE peut fonctionner avec **différents débits d'image** : 23,98 fps, 24 fps, 25 fps, 29,97 fps, 29,97 Drop Frame, 30 fps

- **Constitution du LTC** :
  - Un mot entier de code est requis pour définir toute l'information. Ce mot, transmis à chaque image, est composé de 10 octets, soit 80 bits émis sériellement en code décimal codé binaire (DCB).
  - Le débit de transmission est :
    - 2 400 bits/s en SMPTE (80 bits X 30 images) ;
    - 2 000 bits /s en EBU (80 bits x 25 images) ;
    - 1 920 bits/s en FILM (80 bits x 24 images)

Sarah Fasseur
5/18/2025

VOCABULAIRE TECHNIQUE

- **Jam Sync** : pratique consistant à envoyer un TC de référence à un appareil qui va ensuite continuer à générer la suite du TC automatiquement (alors que le TC de référence a été enlevé). Auparavant, il s'agissait d'une régénération du code. Lorsqu'un code subi des pertes d'informations, il est possible de reconstituer un code correct en recréant par un générateur un nouveau code ayant la même adresse.

- **Jitter** : phénomène de fluctuations temporelles rapides affectant le signal dues à des dérives de vitesse d'un support ou à l'instabilité d'horloge.

  Les phases de démarrage et d'arrêt d'une machine sont toujours des périodes d'instabilité d'horloge. Pendant ce temps, la machine délivre des données incorrectes, inutilisables pour la synchronisation.

- **Mode Free Run** : mode générant le code temporel (TC) sans interruption même lorsque l'appareil n'enregistre pas.

- **Mode Rec Run** : mode générant le code temporel (TC) uniquement lorsque l'enregistreur enregistre.

BOÎTIER DE SYNCHRO TENTACLE

TENTACLE SYNC

THE ORIGINAL

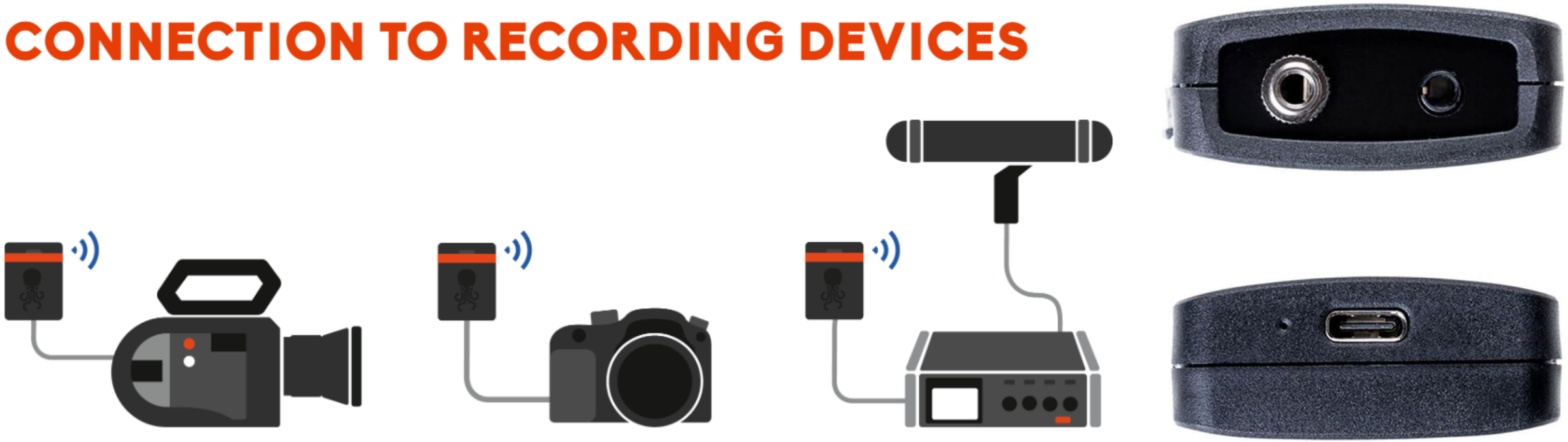
Tentacle ORIGINALS are basically timecode generators completely stripped-down to what you really need: They are accurate, small, lightweight, smart and easy to use devices. The versatile timecode output of Tentacle ORIGINAL will allow you to connect them to nearly every kind of camera or recorder. From a DSLR to an ARRI Alexa, Tentacle ORIGINAL works with them. Once connected, you can leave them on your equipment for the whole day because Tentacle ORIGINALS stay frame-accurate for 24 hours and the built-in battery lasts for up to 40 hours.

The free included timecode syncing software for macOS will help you to accelerate your syncing workflow from shooting to post-production.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

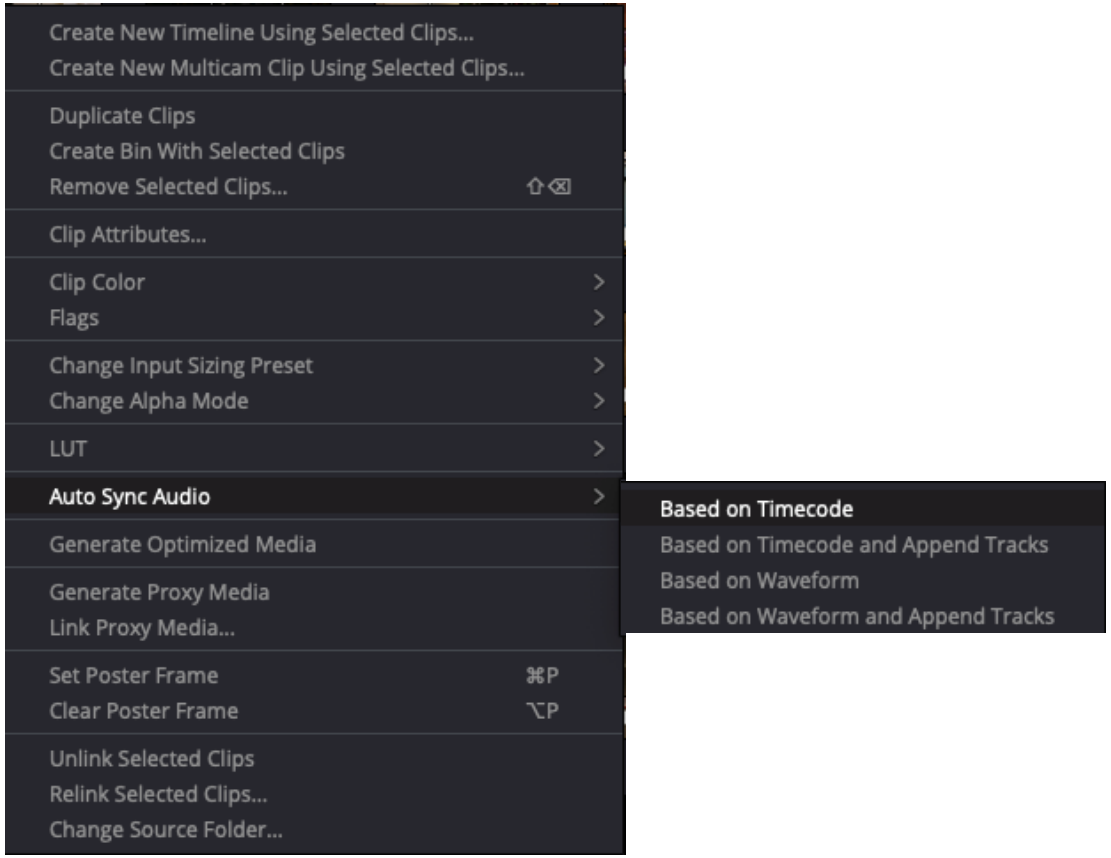
- Size: 34mm x 50mm x 16mm
- Weight: 30g
- Switchable mic/line output + built-in microphone for reference sound
- LTC timecode according to SMPTE-12M, frame rates: 23.98, 24, 25, 29.97, 29.97DF and 30 FPS
- High precision TCXO:
  - Inaccuracy less than 1 frame per 24 hours
  - Temperature range: -30°C to +85°C
- Can act as master clock (Green Mode) or jam-sync to any external timecode source (Red Mode)
- Automatically detects and takes over incoming frame rate on jam-sync (planned feature)
- Built-in rechargeable lithium polymer battery
  - Operating time up to 40 hrs
  - Fast charging via USB (1.5 hrs)
  - More than 3 years of battery life (depends on usage)
  - Replaceable
- Integrated hook surface on back for easy mounting

BOÎTIER DE SYNCHRO TENTACLE



SYNCHRONISATION IMAGE – SON EN POST-PRODUCTION

- La synchronisation au Clap
- La synchronisation au TC
- La synchronisation à la forme d'onde (waveform)



Bibliographie

- Le livre des techniques du son – Technologies, 6e édition, Dunod
- https://steinberg.help/nuendo/v10/fr/cubase_nuendo/topics/synchronization/synchronization_clock_sources_speed_references_c.html
- https://tentaclesync.com/