

CORRIGE

Dans les instruments électroniques, le son est généré par des circuits électriques, puis amplifié et converti en un signal sonore au niveau du haut parleur. Comment produire un signal électrique et reproduire le son musical émis par divers instruments ?

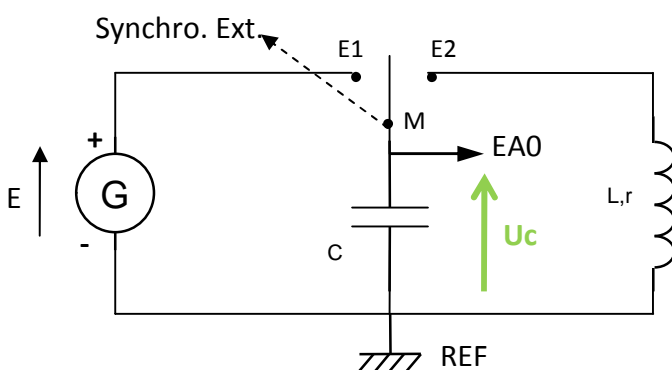
1. OSCILLATEUR ELECTRIQUE (CIRCUIT RLC)

1.1 Montage

- Réaliser le montage suivant constitué d'un générateur de tension continue, d'un interrupteur à trois positions, d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et de résistance interne r .

S'informer

Une **bobine** est constituée de l'enroulement d'un fil conducteur, caractérisé par une inductance L , mesurée en henrys (H). Soumise à un courant d'intensité variable, il apparaît une tension électrique variable à ses bornes, proportionnelle à l'intensité électrique.



- Les bornes, **REF**, **EA0** et **synchro ext** se trouvent sur l'interface Sysam

- M, E1 et E2 représente l'interrupteur et se trouvent sur le module carré bleu.

- Mettre l'interrupteur sur la position E1 : le condensateur se charge.

- G est le générateur de tension jaune, de fem réglée sur 2,5 V

- Ajuster la valeur de l'inductance de la bobine sur $L=0,2$ H

$r = 11 \Omega$ $L = 0,2$ H $C = 15,5 \mu\text{F}$ $E = 2,5\text{V}$

1.2 Configuration du logiciel

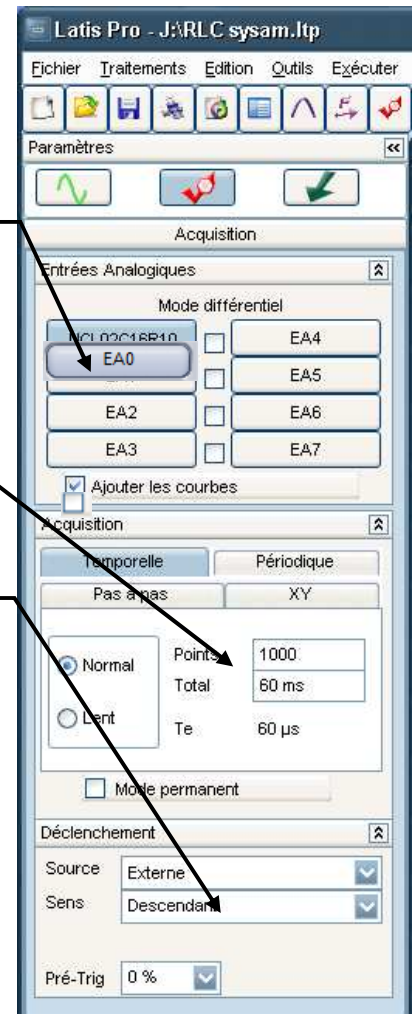
!! Attention à procéder dans l'ordre :

- Mettre sous tension l'interface SYSAM
- Mettre l'ordinateur sous tension et ouvrir le logiciel « Latis Pro »
Démarrer / Physique-chimie/ Eurosmart/Latis Pro
- Dans la fenêtre « paramètres d'acquisition » (cf. ci-contre)

- Sélectionner la voie EA0 puis la renommer U_c, pour ce faire :
Clic droit sur EA0 puis choisir « propriétés de la courbe »

Choisir : 1000 points et Total : 60 ms

Choisir : Source Externe et sens Descendant



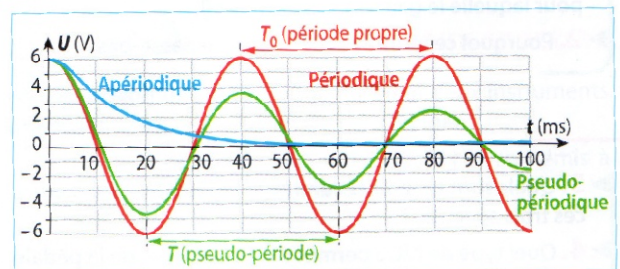
1.3 Mesures

- Appuyer sur touche F10 du clavier pour lancer la mesure, attendre 2 à 3 secondes puis basculer l'interrupteur inverseur du module bleu de la position E1 à la position E2 : le condensateur se décharge à travers le circuit comportant la bobine.
- Le graphe représentant les variations de la tension aux bornes du condensateur au cours du temps, $U_c=f(t)$ s'affiche à l'écran

(éventuellement faire un clic droit puis calibrage)

1.4 Influence de L et de C

- 1) Pourquoi peut-on dire que le signal obtenu est pseudopériodique ?
- Mesurer la pseudo-période : $T = \dots\dots\dots$
à l'aide du « réticule » et en utilisant la fonction « nouvelle origine »
- 2) En utilisant les condensateurs et bobines mis à votre disposition, vérifier que la pseudo période T vérifie :



6 Allures des courbes $U = f(t)$ pour les régimes périodique, pseudo-périodique et apériodique.

$$T \sim 2\pi \sqrt{LC}$$

Astuces :

- enfoncer \pm le noyau de fer doux pour faire varier la valeur de l'inductance L de la bobine
- retirer \pm de cavaliers pour faire varier la valeur de la capacité C du condensateur

Rq : $T_0 = 2\pi \sqrt{LC}$ représente la période propre dans le cas idéal d'un circuit de résistance nulle : oscillations périodiques.

- 3) Proposer un couple de valeurs (L, C) pour la bobine et le condensateur qui permettent d'obtenir un signal de fréquence 440 Hz, correspondant à la note La₃.

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \text{ soit } f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} ; f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC} ; L = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 C}$$

On veut $f_0 = 440 \text{ Hz}$: si $C = 10 \mu\text{F}$ il faut $L = 1/(4\pi^2 \times 440^2 \times 10 \cdot 10^{-6}) = 13 \cdot 10^{-3} \text{ H} = 13 \text{ mH}$

1.5 Influence de R

- Reprendre $L = 0,2 \text{ H}$ et $C = 16 \mu\text{F}$
- Ajouter dans le montage une résistance R entre E2 et la bobine.
- Refaire plusieurs l'acquisition de la tension aux bornes du condensateur lors de sa décharge en changeant la valeur de la résistance R

R = 10 Ω R = 100 Ω R = 220 Ω R = 470 Ω

- 4) Quelle est l'influence de la valeur de la résistance R sur l'allure du signal observé et sur sa période (en régime pseudopériodique) ?

Quand R augmente, la valeur de la pseudopériode reste inchangée mais le régime pseudopériodique est de plus en plus amorti puis on passe d'un régime pseudopériodique à critique puis apériodique.

- 5) Pourquoi les circuits électroniques utilisés doivent-ils posséder une résistance R la plus faible possible ?

Pour limiter l'amortissement et donc les pertes d'énergie au maximum, les circuits électroniques doivent posséder une résistance R la plus faible possible.

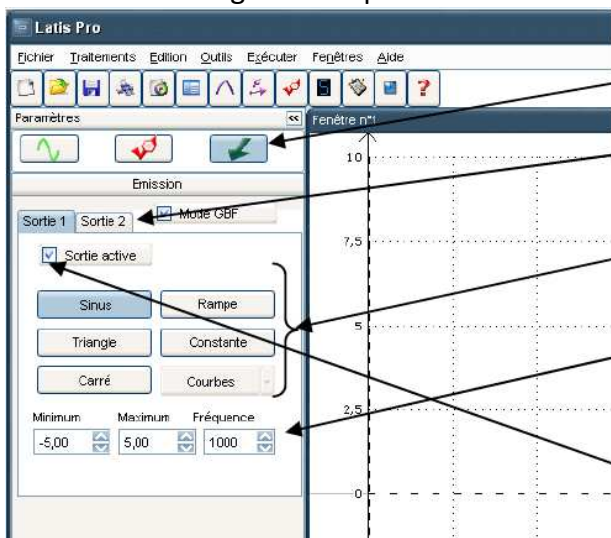
2. SYNTHÈSE D'UN SON


2.1 créer un son pur

Protocole expérimental

La centrale d'acquisition Sysam-SP5 d'EuroSmart associée au logiciel LatisPro comporte des circuits électroniques de type RLC qui permet de générer des signaux électriques périodiques. Les deux sorties analogiques SA1 et SA2 sont des générateurs (GBF) indépendants.

- Démarrer le logiciel Latispro



Cliquer sur  pour ouvrir le mode paramétrage des émissions (GBF)

Ensuite, choisir la voie à paramétrer en sélectionnant l'onglet désiré

Choisir le type de forme d'onde désirée

Compléter les paramètres de tension maxi, mini et fréquence

Puis activer la sortie en cochant l'option sortie active

Paramétrage de l'émission :

- sortie SA1: mode GBF, sortie active 1, sinus, $\pm 5 \text{ V}$, fréquence 440 Hz
- sortie SA2: mode GBF, sortie active 2, sinus, $\pm 1 \text{ V}$, fréquence 880 Hz (le double !)

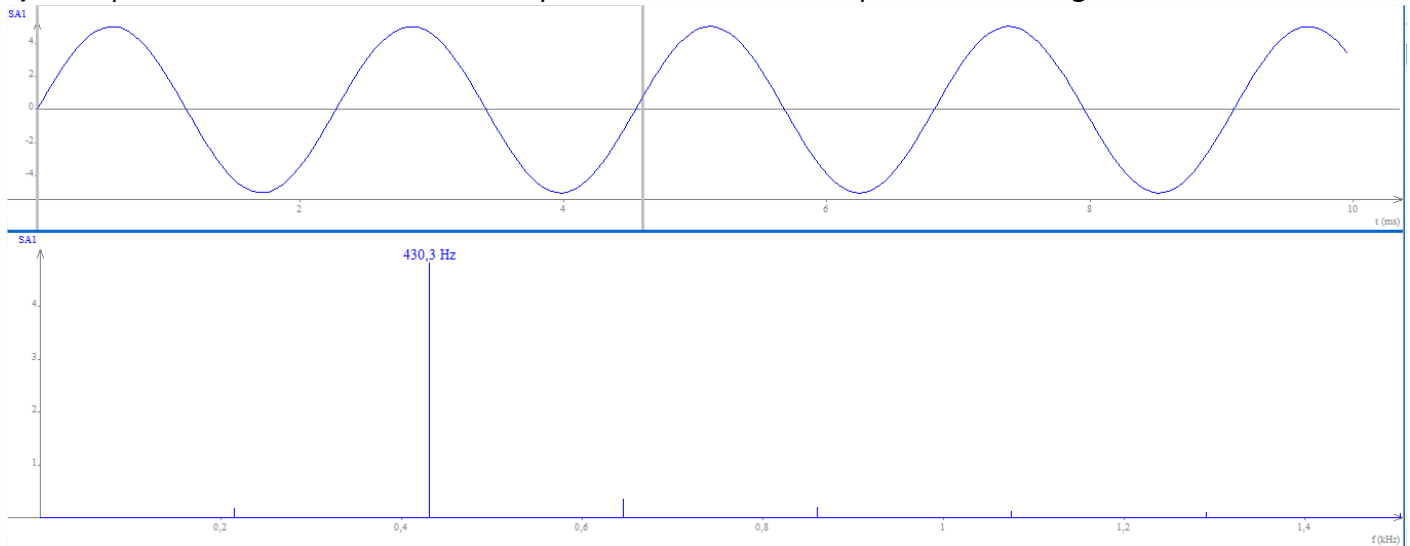
- Brancher un haut parleur sur la sortie SA1

- Brancher un micro sur l'entrée EA0 et régler EA0 sur le calibre $\pm 0,1$ V (accès aux propriétés de EA0 par un clic droit)

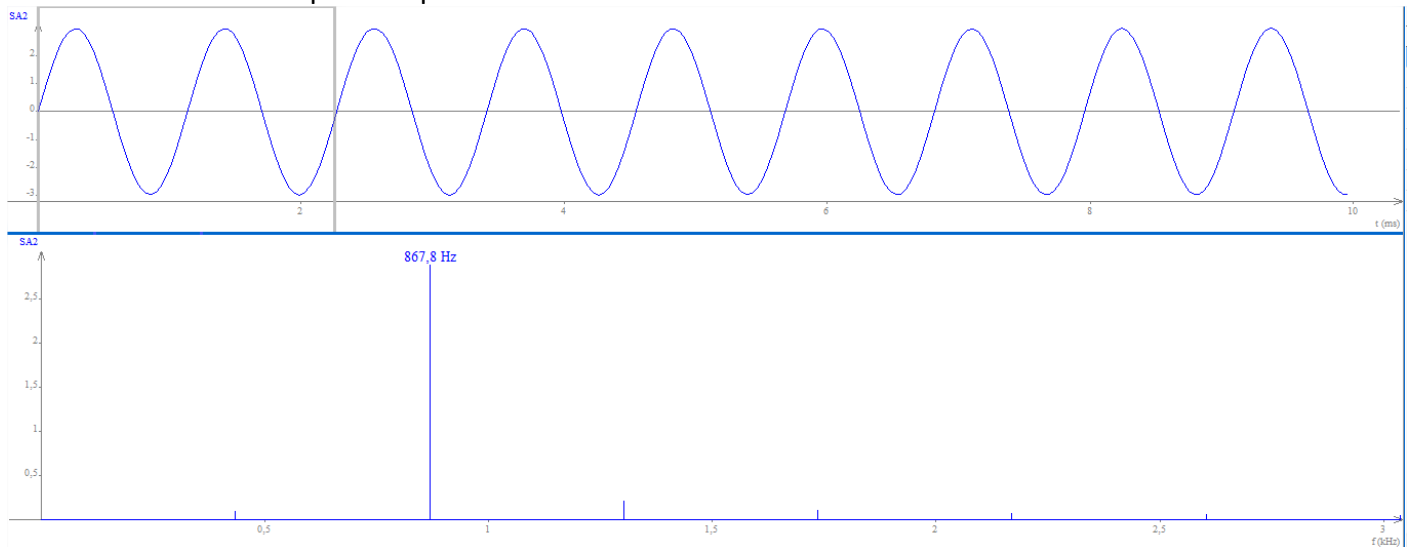
Paramétrage de l'acquisition :

- Durée = 3s
 - Nombre de point de mesure = 1000
 - Trig : sur EA0, seuil = 0,002V, prétrig = 25% (?) dès que EA0 > 0,002V alors l'acquisition commence
- Placer le micro en face du haut parleur et déclencher l'acquisition du son avec F10

6) Comparer SA1 et EA0. Mesurer la fréquence d'EA0 et vérifier qu'elle est bien égale à 440 Hz

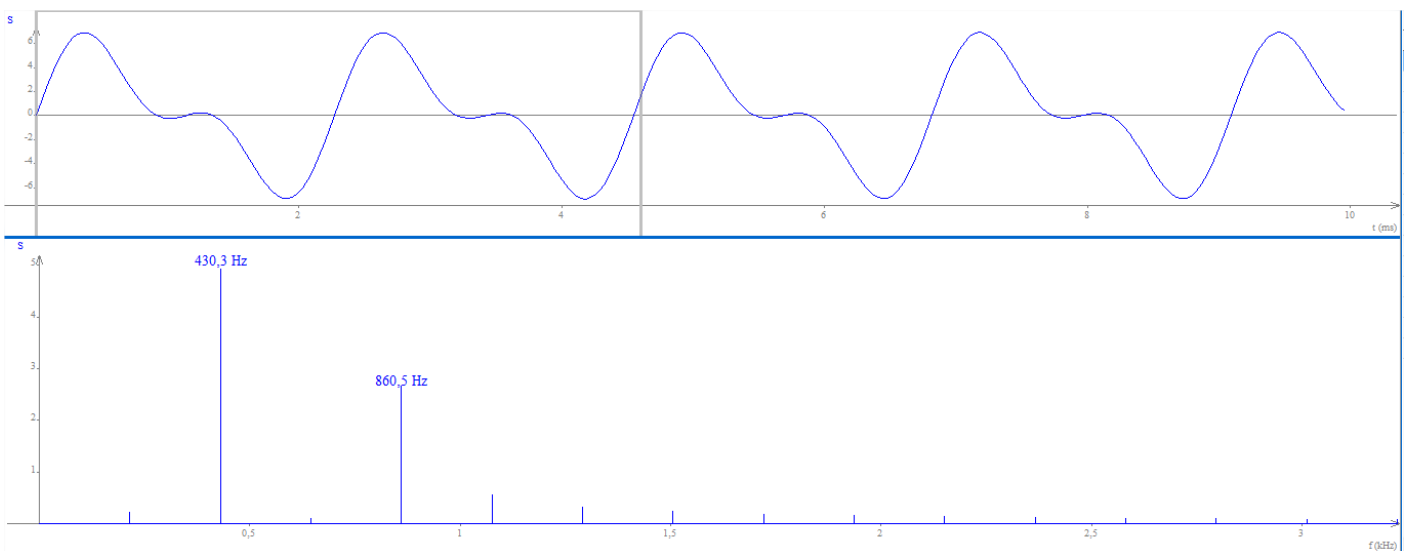
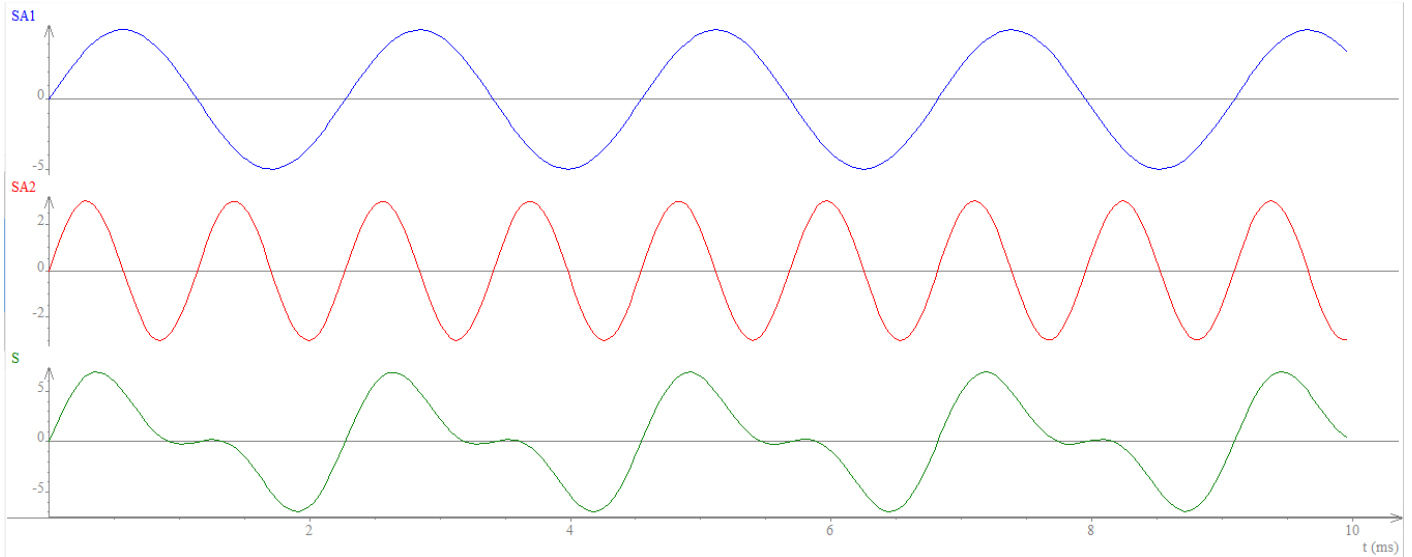


- Recommencer l'acquisition pour SA2



2.2 créer un son complexe



- Dans la feuille de calcul (tableur) créer la grandeur somme $S = SA1 + SA2$
- Dans la feuille graphique, visualiser SA1, SA2 et S
- Faire l'analyse spectrale de SA1, SA2 et S



- 7) Le signal S créé est-il périodique ? Si oui, quel est sa période ?
Le signal S crée est un signal périodique de période $T= 2,28$ ms
- 8) L'analyse spectrale de S est-elle conforme à sa construction ?
**La fréquence du fondamental $f_0 = 430$ Hz donc le signal S a pour fréquence $f = f_0 = 430$ Hz
 Soit une période $T= 1/f = 1/430 = 2,32$ ms (écart relatif inférieur à 2%)**
- 9) Pourquoi dit-on de S qu'il s'agit d'un son complexe ?
S n'est pas un signal sonore sinusoïdal pur, il est composé de plusieurs harmoniques donc Il s'agit d'un son complexe.

3. INSTRUMENTS ELECTRONIQUES

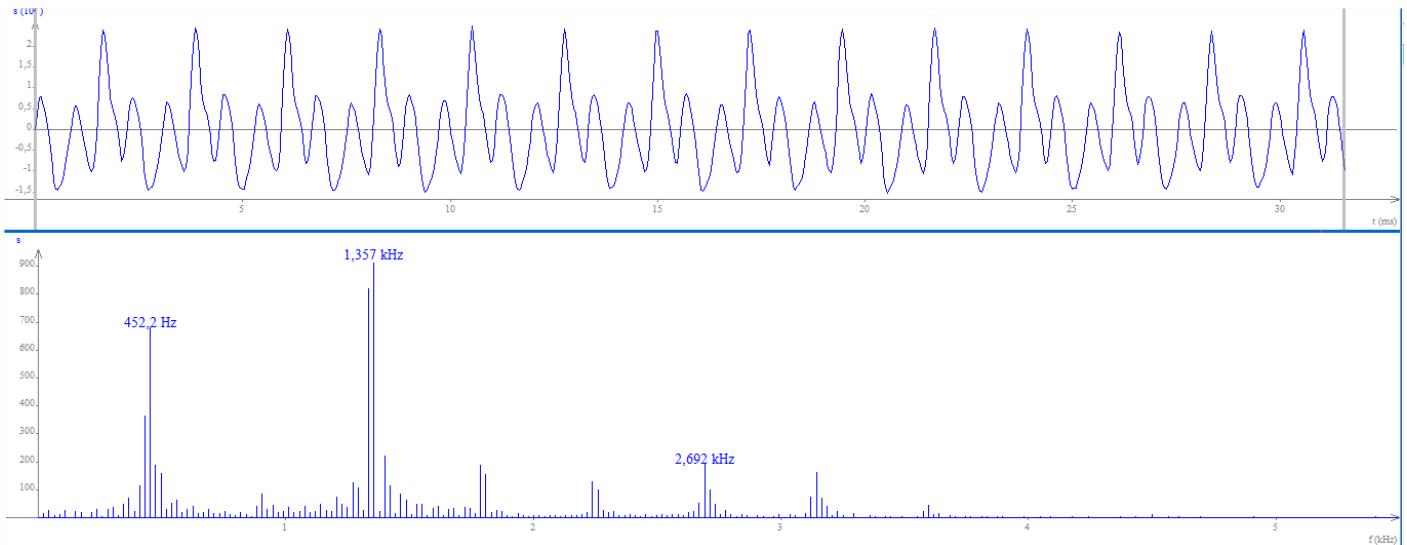
3.1 Reproduire une note jouée par un instrument

- Démarrer le logiciel Regavi ; Ouvrir le fichier son « clarinette.wav » ; Ecouter le son joué par une clarinette.
- Sélectionner une dizaine de période et transférer le signal dans Regressi.
- Faire l'analyse spectrale du son  et superposer la visualisation du son 

- 10) Quel est la fréquence du fondamental ? A quelle note correspond le son joué par la clarinette ? Quelle est sa composition en harmonique ? (préciser les fréquences et les amplitudes relatives)

Fo=452 Hz-0,7

$2F_0=904 \text{ Hz}-0,1$
 $3F_0=1356 \text{ Hz}-0,9$
 $4F_0=1808 \text{ Hz}-0,2$
 $5F_0=2260 \text{ Hz}-0,1$
 $6F_0=2712 \text{ Hz}-0,2$
 $7F_0=3164 \text{ Hz}-0,2$



- Ouvrir le logiciel libre de droit «[Harmonique](#)»
- Choisir la fréquence du fondamental et reconstituer la composition en harmonique du son.
- Ecouter le son produit et le comparer au son de la clarinette (hauteur, timbre). **idem**

11) Le son crée est-il fidèle au son de la clarinette ? **OUI**

3.2 Reproduire le son musical d'un instrument

Belin p87

La production d'un son par un synthétiseur [doc. 7] se fait par des techniques analogiques ou numériques. Les synthétiseurs les plus anciens sont analogiques.

Ces synthétiseurs sont constitués des éléments suivants : un (des) oscillateur(s), un (des) amplificateur(s), un (des) filtre(s), un (des) générateur(s) d'enveloppe et un clavier.

Hauteur :

Les oscillateurs, qui peuvent être des circuits électriques comprenant une bobine et un condensateur, créent le son de base, en lui donnant sa hauteur. On a alors un signal sonore sinusoïdal.

Timbre :

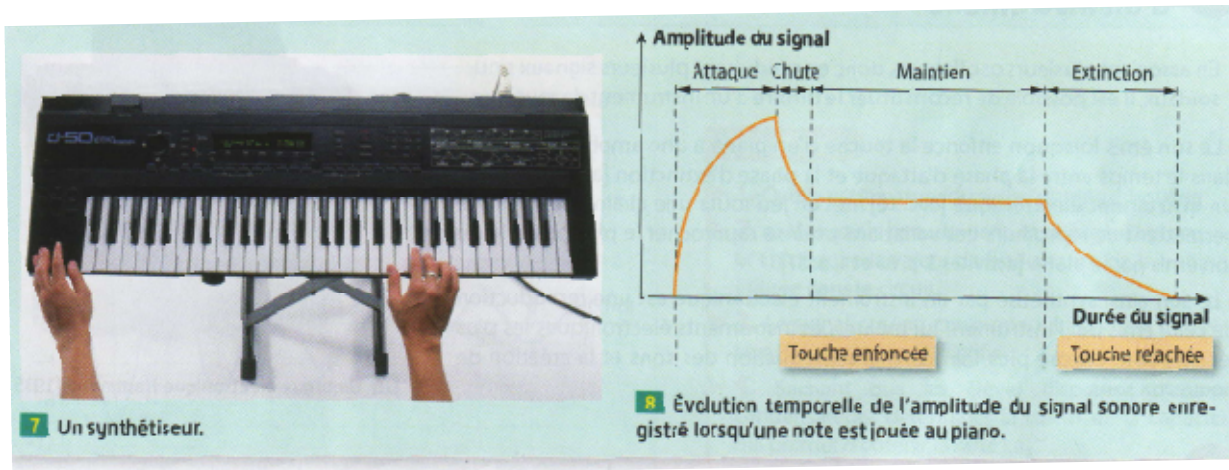
Les amplificateurs et les filtres servent ensuite à donner une forme au signal créé, en lui ajoutant des harmoniques d'amplitudes différentes.

Le son a alors un timbre, mais une amplitude constante, contrairement à une note jouée par un instrument de musique [doc. 8].

Enveloppe :

Le générateur d'enveloppe permet alors de nuancer ce son afin de lui donner toute la richesse des instruments classiques.

Le tout est commandé par le clavier, à l'aide duquel les composants à utiliser sont sélectionnés.



- Un signal est **analogique** lorsqu'il est continu. Il peut être modélisé par une courbe.
- Un signal est **numérique** lorsqu'il correspond à une suite discontinue de valeurs. Il peut être modélisé par un histogramme.
- L'**enveloppe** d'un son décrit l'évolution de son amplitude en fonction du temps. Elle comprend quatre phases : l'attaque (A, *attack*), la chute (D, *decay*), le maintien (S, *sustain*) et l'extinction (R, *release*) [doc. 8].

1. Proposer un montage électrique permettant de jouer le rôle d'oscillateur.

Un montage électrique permettant de jouer le rôle d'oscillateur est un circuit LC.

2. Proposer un montage électrique permettant de jouer le rôle de filtre.

Un montage électrique permettant de jouer le rôle de filtre est un circuit RC.

3. Interpréter les différentes phases de l'enveloppe du son émis par le piano.

Attaque : moment où l'on appuie sur la touche du piano.

Chute : moment où l'on relâche la touche du piano.

Maintien : durée pendant laquelle l'amplitude du son émis est constante.

Extinction : diminution progressive de l'amplitude du son émis, jusqu'à annulation.

4. En déduire le rôle du générateur d'enveloppe du synthétiseur.

Le générateur d'enveloppe simule l'évolution de l'amplitude du son émis par l'instrument en fonction du temps.

5. Représenter par un schéma toutes les étapes de la synthèse d'un son. Légender le schéma en précisant le rôle de chaque élément qui intervient.

