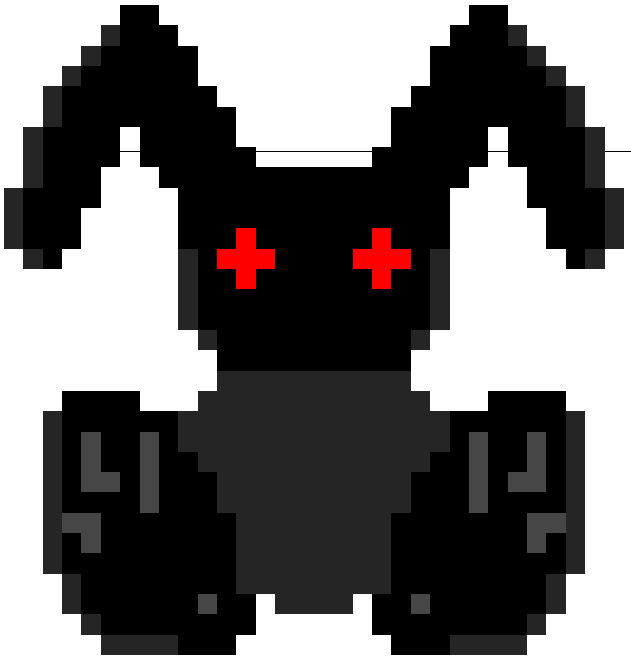


LAPINS NOIRS

- La Caverne Aux Lapins Noirs -

ENVELOPPE

Rendre ses sons plus intéressants

- La Caverne aux Lapins Noirs -

INDEX

01 – Avant-propos
02 – Fonctions autorisées
03 – Méthode de construction

Rappels :
04 – Accéder à la mémoire audio
05 – Générer une onde simple
06 – Des ondes diverses

08 – L'Enveloppe ?
09 – ADSR

01 – Avant-propos

Votre travail doit être rendu via le dossier **~/tp/envelope/** (Attention, il n'y a qu'un seul p) dans votre espace personnel.

Si vous faites erreur et que le dossier que vous utilisez pour votre rendu est différent, vous ne serez pas évalué faute d'avoir pu trouver votre travail.

Ce travail est a effectuer seul. Vous pouvez bien sur échanger avec vos camarades, néanmoins vous devez être l'auteur de votre travail. Utiliser le code d'un autre, c'est **tricher**. Et tricher annule **toutes** les médailles que vous avez reçu sur l'activité. La vérification de la triche est réalisée de la même manière que la correction : de manière **automatique**. Prenez garde si vous pensez pouvoir passer au travers.

Votre rendu doit respecter **strictement** l'ensemble des règles suivantes :

- Il ne doit contenir **aucun** fichier objet. (*.o)
- Il ne doit contenir **aucun** fichier tampon. (*~, #*#)
- Il ne doit pas contenir votre production finale (programme ou bibliothèque)

La présence d'un fichier interdit mettra immédiatement fin à votre évaluation.

Votre programme doit respecter les Tables de la Norme dans leur intégralité. Vous êtes invité à les observer depuis **l'Infosphère**. Elles sont disponibles comme ressource de cette activité.

02 – Fonctions autorisées

La bibliothèque logicielle venant avec le C est vaste et disponible. La LibLapin, que vous utilisez dans vos projets multimédia, est également vaste… Cependant nous avons fait le choix de vous interdire leurs utilisation intégrales, afin de vous amener progressivement à reprogrammer vous même ses fonctionnalités les plus utiles.

L'utilisation d'une fonction interdite est assimilée à de la triche. La triche provoque l'arrêt de l'évaluation et la perte des médailles.

Vous n'avez le droit d'utiliser aucune fonction issue de la LibC ou de la LibLapin à l'exception de celles que nous vous autoriserons explicitement.

Pouvoir utiliser une fonction ne signifie pas nécessairement que celle-ci soit utile à votre cas.

Pour cette activité, issu de la LibC, vous n'avez le droit qu'à la liste suivante :

- open
- close
- read
- srand
- cos
- atan2
- write
- alloca
- atexit
- rand
- sin
- sqrt

Remarquez bien l'absence de **malloc** et de **free**. En effet ils sont **interdits** ! Issu de la LibLapin, vous avez le droit aux fonctions suivantes :

- bunny_start
- bunny_stop
- **bunny_malloc**
- **bunny_free**
- bunny_new_pixelarray
- bunny_delete_clipable
- bunny_blit
- bunny_display
- bunny_set_*_function
- bunny_set_*_response
- bunny_loop
- bunny_create_effect
- bunny_compute_effect
- bunny_sound_play
- bunny_sound_stop
- bunny_delete_sound
- bunny_open_configuration
- bunny_delete_configuration
- bunny_configuration_getf
- bunny_configuration_setf
- bunny_configuration_*
- bunny_set_memory_check
- bunny_release
- bunny_usleep

La suite sur la page d'après.

Pour utiliser **bunny_malloc**, vous pouvez soit programme directement avec, soit en utilisant le modèle de projet qui vous a été transmis, mettre **1** dans la variable de Makefile **BMALLOC**, qui transformera **malloc** en **bunny_malloc**.

Vous appellerez **bunny_set_memory_check** au début de votre fonction **main** de sorte à provoquer une vérification de vos allocations à la fermeture du programme.

bunny_malloc, par défaut, limitera votre consommation de RAM à 20Mo.

Pour information :
Une image en 1920*1080 fait environ 8Mo.

Une musique en 44kHz de 1 minute en stéréo fait environ 10Mo.

Vous devrez donc disposer d'une discipline de fer avec vos allocations... et probablement trouver des compromis.

L'utilisation de **bunny_malloc** parfois **cachera** des erreurs dans votre programme, et parfois en **révélera** : son principe d'allocation était différent de **malloc**, il sera parfois plus « fort » ou plus « faible ». Ne vous mentez pas à vous en disant « l'utilisation de **bunny_malloc** fait planter mon programme », ce n'est pas **bunny_malloc**, c'est *vous*.

N'hésitez pas à l'activer, à le désactiver (Et lorsqu'il est désactivé, à utiliser valgrind). Et n'oubliez pas que désormais, votre demande de RAM a de véritables chances d'échouer. Car exploiter aussi peu de RAM, cela va très vite…

Dans votre rendu, il ne devra pas y avoir la moindre trace de malloc.

05 – Accéder à la mémoire audio

Pour créer un espace dans la carte son, utilisez la fonction **bunny_new_effect** qui prend en paramètre une durée du son en seconde. Cette durée est un flottant, cela signifie qu'il est possible demander un nombre de seconde non rond.

La mémoire renvoyée, de type **t_bunny_effect** contient de nombreux champs dont le plus intéressant est **sample.** Ce champ est similaire au champ **pixels** du **t_bunny_pixelarray** dans le sens où c'est **la donnée qui sera exploitée**. La longueur de l'espace mémoire pointée par **sample** est **duration** multiplié par **sample_per_second**.

Si **duration** n'a certainement aucun secret pour vous : c'est le paramètre passé à **bunny_new_effect**. Le champ **sample_per_second** est par contre probablement inconnu : il s'agit de la fréquence d'échantillonnage, c'est à dire le nombre de niveau que l'onde sonore peut prendre en une seconde. Plus cette valeur est élevée, plus le son est de bonne qualité et des nuances peuvent être entendues.

Par défaut, la fréquence d'échantillonnage est 44100Hz, c'est à dire qu'il faut écrire dans 44100 cases de **sample** pour faire un son d'une seule seconde… Chaque niveau enregistrée l'est dans un entier de 16 bits, c'est à dire un entier dont les valeurs possibles sont comprises entre -32768 et 32767. Plus l'amplitude – la valeur absolue des valeurs formant l'onde sonore – est grande, plus le volume est important.

Vous allez commencer simplement en réalisant une **friture**, de la même manière que celle que vous deviez réaliser **graphiquement** : remplissez **sample** de valeurs aléatoires à l'aide de la fonction rand. N'hésitez pas à tenter d'exploiter toute l'amplitude disponible, entre -32768 et 32767, mais *faites attention à mettre le volume à un niveau raisonnable avant de tester*.

```
void std_set_noise(t_bunny_effect       *fx);
```

Pour jouer le son, une fois que vous l'avez écrit, vous devrez d'abord appeler **bunny_compute_effect** qui permet de faire passer le son que vous avez écrit à la carte son. Ensuite, vous pourrez appeler **bunny_sound_play.** Vous remarquerez que **bunny_sound_play** prend un pointeur sur **t_bunny_sound** et non un pointeur sur **t_bunny_effect**… mais ce n'est pas grave, car il y a un **t_bunny_sound** dans **t_bunny_effect** ! Envoyez simplement son adresse et préparez vous à danser avec modération.

06 – Générer une onde simple

Programmez la fonction suivante :

```
void std_set_wave(t_bunny_effect        *fx,
                  int                   start,
                  int                   stop,
                  int                   frequency);
```

Cette fonction remplit depuis la case **start** jusqu'à la case **stop** la mémoire son de **fx** d'une onde sonore allant à la fréquence **frequency**.

Qu'est ce que cette fréquence signifie ? La fréquence d'un son détermine sa note : plus la fréquence est élevée, plus la note sera aiguë. Une fréquence de 100 indique que en **une seconde, il y a 100 ondulations**. L'acuité humaine est généralement comprise entre 20Hz et 20 000Hz, en dessous et au-delà, il est rare de parvenir à entendre le son.

Pour réaliser une ondulation, vous pouvez utiliser la fonction **cos**, il vous suffira d'aller de 0 à 2 Pi sur le temps d'une unique ondulation pour réaliser celle-ci. L'onde sonore sera une sinusoïde et très douce.
Vous pouvez aussi, plus simplement, mais le son sera moins agréable, simplement remplir la première moitié du temps de l'ondulation par la valeur -25 000, par exemple, et la seconde par 25 000. L'onde sonore sera du carré et plutôt sèche.

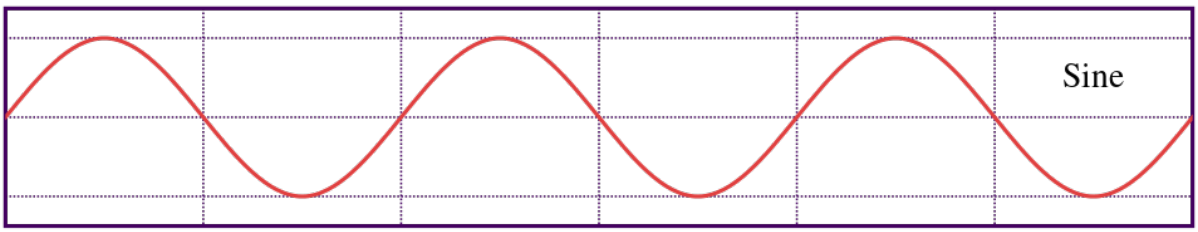
Voici quelques fréquences que vous pouvez essayer :

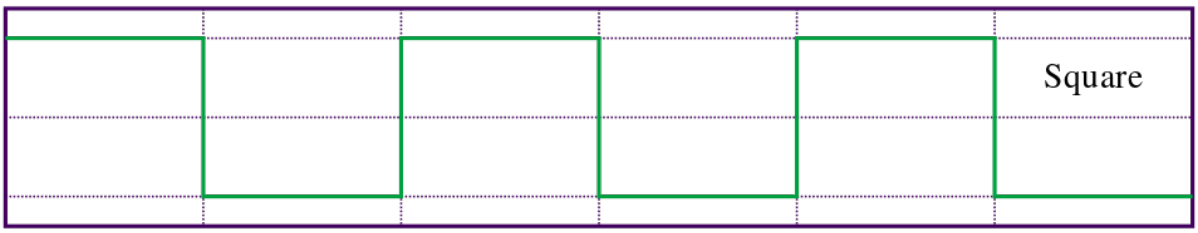
Do Ré Mi Fa Sol La Si Do : 262, 294, 330, 349, 392, 440, 494, 524

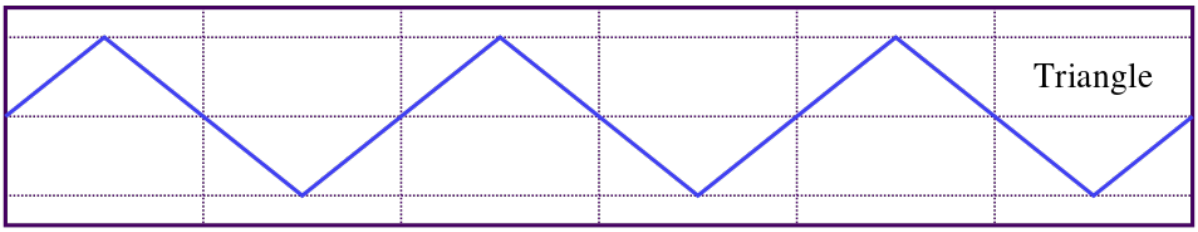
Vous remarquerez que le do plus aigu a le double de fréquence du do grave : pour passer d'un octave à l'autre, il suffit de multiplier par 2 la fréquence d'une note.

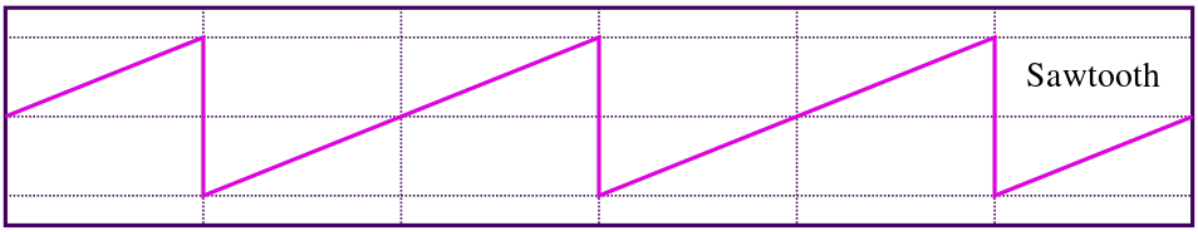
07 – Des ondes diverses

Il est possible de générer des sons très différents simplement en définissant des formes d'ondes diverses. Si vous êtes d'attaque, écrivez une fonction pour chaque ! Voici quelques ondes habituelles :





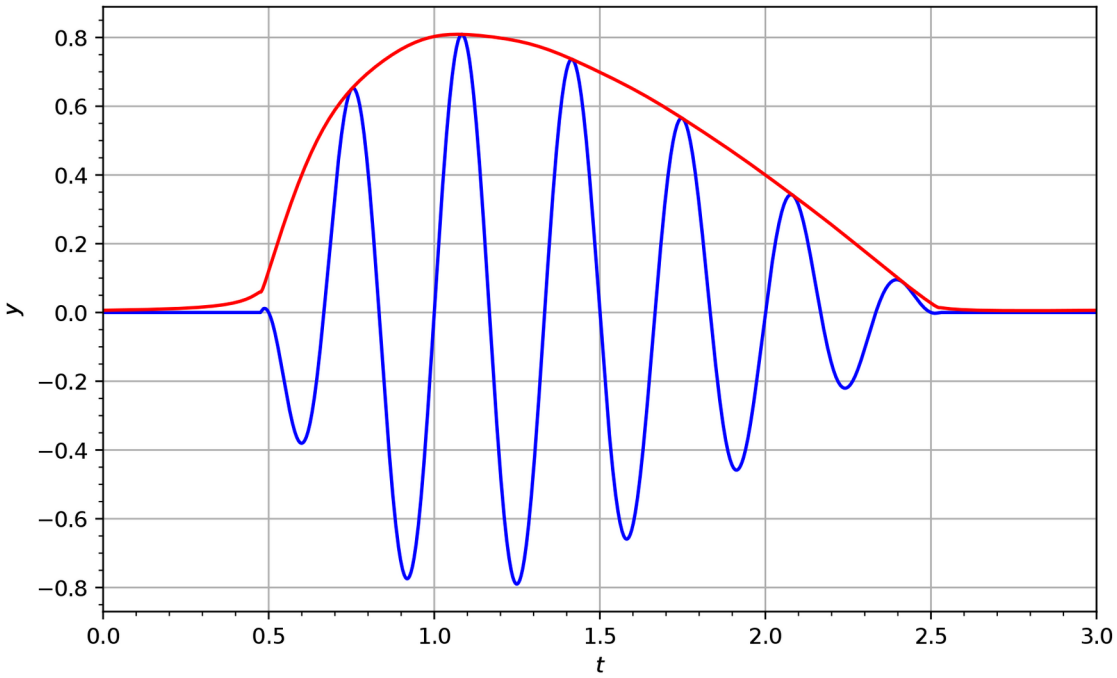




La sinusoïde est celle générée par **cos** ou **sin.** L'onde carrée est celle qui est générée en établissant deux valeurs stables sur différentes parties de l'onde. L'onde triangulaire définie deux phases : une montante linéaire et une descendante linéaire. L'onde dent de scie définie une unique phase montante faisant toute l'ondulation – une onde seulement descendante est bien sur possible aussi. Il est possible d'effectuer d'autres transformations, nous les verrons dans les pages qui viennent.

08 – L'enveloppe ?

On appelle enveloppe le niveau de volume dans lequel on glisse une onde. Voici un exemple simple : Une onde sinusoïdale dans une enveloppe à forme exotique. *La ligne rouge n'est présente que pour mettre en relief le fait que l'amplitude de l'onde varie en fonction de cette enveloppe.*



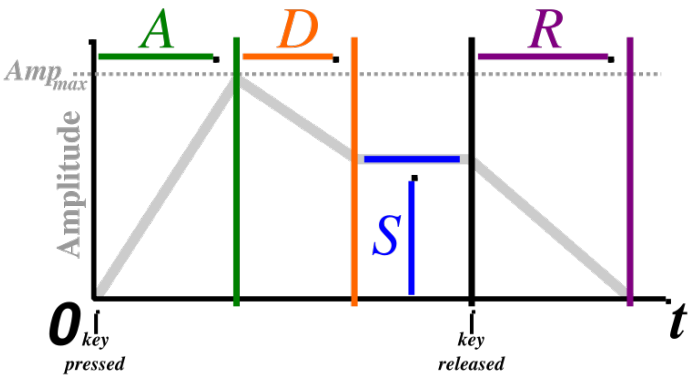
Réalisez la fonction suivante :

```
void std_apply_envelope(t_bunny_effect      *fx,
                        int                 start,
                        int                 stop);
```

Cette fonction applique une enveloppe s'étendant de **start** à **stop**, cette enveloppe aura comme forme une unique demi-période de **sinusoïde** (C'est à dire juste la partie positive). Le volume du son va donc monter doucement puis redescendre doucement. L'onde présente au départ dans le son n'a aucune importance : cela fonctionne avec n'importe laquelle.

08 – ADSR

L'ADSR, ou *Attack, decay, sustain, release*, est une enveloppe standard paramétrable dont l'apparence est la suivante :



Les événements « key_pressed » et « key_released » étant start et stop dans le cadre de la fonction précédente. Il est mention de « keys » du fait que l'ADSR est une notion musicale : il s'agit de la pression d'une touche d'un synthétiseur.

La partie « attack » étant l'évolution du son juste après le lancement du son. Cette évolution s'arrête et on passe au « decay » qui fait évoluer le son jusqu'à un niveau stable, le « sustain » qui est le volume qu'on garde ensuite tant que le son n'est pas arrête.

Cela signifie que « attack » et « decay » ne sont pas lié à la durée du son mais au simple départ du son. « Sustain » demeure tant que le son n'est pas arrêté. La partie « Release » commence dès que le son est arrête.

L'enveloppe ADSR est faite pour fonctionner appliquée à une unique note, et non pas à une piste de son complexe. Enfin, en théorie, mais en soi, rien ne vous empêche de vous en servir comme de n'importe quel outils.

Vous allez maintenant programmer une fonction musicalement bien plus avancée que les précédentes. Elle vous permettra de jouer vos premières musiques avec un son relativement agréable.

La suite sur la page suivante.

```
typedef struct    s_adsr
{
      float       attack;
      float       decay;
      float       sustain;
      int         release;
}                 t_adsr;

typedef double    (*t_waver)(double                step);

typedef struct    s_sound_wave
{
      t_waver     sound_wave;
      double      volume;
      double      frequency;
      bool        use_adsr;
      t_adsr      adsr;
      t_waver     envelope_wave;
}                 t_sound_wave;

void              std_sing(t_bunny_effect          *fx,
                           int                     start,
                           int                     stop,
                           t_sound_wave            wave);
```

Les attributs attack et decay sont des coefficients entre 0 et 1, représentant une durée dans l'étendue start-stop. *La somme de ces deux coefficients ne sera jamais supérieur à 1.* L'attribut sustain est un volume, également sous la forme d'un coefficient. La partie release est également une durée, cette fois absolue et non dépendant de start et stop. L'attribut adsr ne sera pris en considération que si use_adsr est vrai, sinon c'est envelope_wave qui sera exploité pour la forme de l'enveloppe.

Le pointeur sur fonction t_waver prend en paramètre une valeur allant de 0 à 1 et renvoyant une valeur entre -1 et 1, lorsque c'est pour générer la note. C'est par ce biais que std_sing générera l'onde d'une forme donnée.

Lorsqu'un t_waver est utilisé pour générer une enveloppe, step sera compris entre 0 et 0,5, afin de pouvoir utiliser les mêmes fonctions pour sound_wave et envelope_wave. De plus, c'est la valeur absolue de la valeur de retour qui sera considérée.

Voici par exemple une implémentation de t_waver générant une onde sinusoïdale :

```
double            std_sin_wave(double                    step)
{
      return (cos(step * 2 * M_PI));
}
```

Si un t_waver est NULL, la valeur 1 remplacera sa valeur de retour.