

Kwon-Young Choi  
Julien De Loor  
Maxime Cadoret  
Nadher Ali



## Projet d'informatique S6P

# LE SYNTHETISEUR MILLENIUM

## Sommaire

I-Présentation générale.....	3
II-Diagrammes de fonctionnalités (Usecases).....	5
III-Scénarios.....	6
IV-Diagramme de séquence.....	9
V- Détails des classes.....	12
Signal .....	12
Oscillator (Oscillateur).....	13
InstrumentVoice .....	14
AbstractInstrument.....	15
Instrument.....	16
Note .....	16
InstrumentParameter .....	17
AudioStream .....	18
AudioDriver .....	19
MouseCatcher (information reçue par la souris).....	19
Knob .....	20
ScrollBar (barre de défilement).....	21
Interface .....	21
VI – Ressources et informations complémentaires.....	22

# I-Présentation générale

Le but du projet est de réaliser un outils de génération de musique virtuel en synthétisant le son en « temps réel » (le son n'est pas pré-enregistré depuis un instrument réel mais est créé directement par le programme). Pour cela nous nous baserons sur des éléments couramment utilisés dans la synthèse de son : oscillateurs, modulation de fréquence, filtres...

L'intérêt est de proposer un moyen de créer de la musique juste avec son ordinateur avec ou sans instrument physique. L'autre intérêt est de pouvoir modifier le son comme on le souhaite.

Fondamentalement, notre programme se divise en deux parties. La partie génération de son et la partie graphique qui fera l'interface avec l'utilisateur.

## A- L'interface graphique

L'interface sera composé dans un premier temps composé uniquement d'un panneau de visualisation des paramètres de l'instrument, et la gestion des touches se fera uniquement via le clavier de l'ordinateur.

Par la souris, nous pourrons régler différents paramètres comme le volume du son joué par des boutons circulaires tournant (potentiomètre ou knob en anglais) et d'autres boutons.

## B- Générer le son.

Voici la logique de génération de son. Tout d'abord, notre programme proposera différents timbres sonores ici appelés des voix d'instruments. Les voix d'instruments (instrument voice) sont des agglomérats d'oscillateur de base sur lesquels sont effectués des opérations de base (addition, mixage ...). C'est aussi dans les voix d'instruments que sont utilisés tous les paramètres réglable sur l'interface graphique, par exemple : le rapport cyclique pour un signal carré.

Un oscillateur est en fait une formule mathématique, qui décrits des signaux de base (signal sinusoïdal, signal carré, signal triangulaire, bruit blanc ...).

L'utilisateur choisit des paramètres de l'instrument via l'interface graphique et appuie sur une touche. L'information est transmis à un gestionnaire de voix d'instrument qui dans notre cas s'appellera instrument. L'instrument va affecter une de ses voix pour générer la

note demandé par l'utilisateur, si toutes ses voix sont déjà en train de jouer une note il le signalera via l'interface graphique. Quand une voie est affecté à une note alors elle utilise ses oscillateurs pour générer les signaux sonores.

La conversion analogique numérique (c'est-à-dire passer de valeurs continus, ici des formules mathématiques, à des valeurs discrètes) est indispensable car le haut parleur crée le son par différentes positions discrètes de sa membrane. C'est ici que l'outil signal intervient. Un signal est un tableau d'échantillons généré par l'instrument selon les notes appuyées et des paramètres sélectionnés.

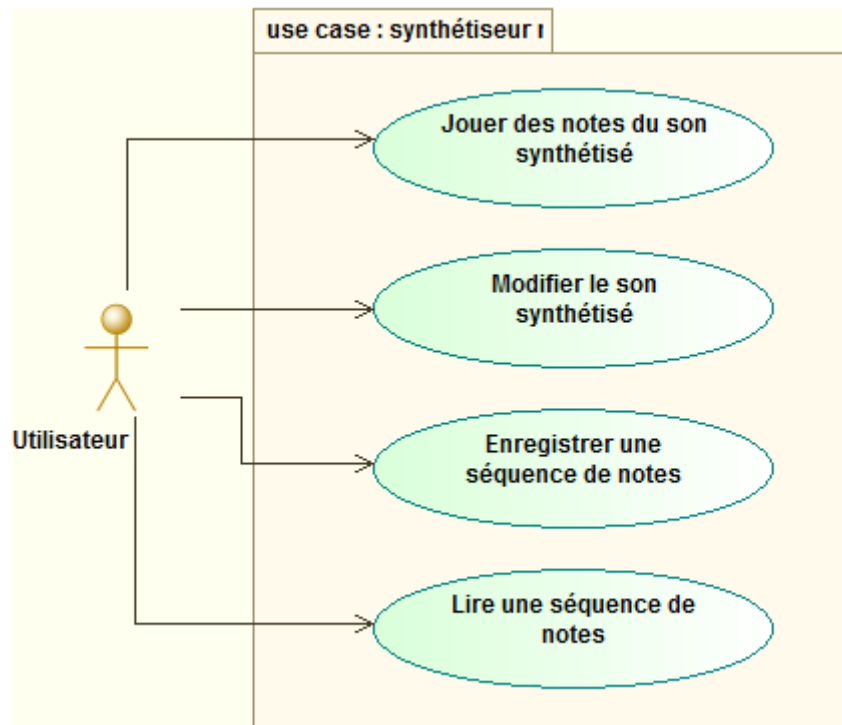
Enfin, le signal est envoyé au haut parleur par l'intermédiaire des outils fournis par des librairies comme BASS ou BASSASIO.

Voici un premier aperçu du programme tel qu'il sera réalisé :



## II-Diagrammes de fonctionnalités (Usecases)

Les 4 fonctionnalités principales de notre synthétiseur:



Les 2 premières fonctionnalités seront disponible dès la version 1

- Jouer des notes du son synthétisé
- Modifier le son synthétisé

Les deux fonctionnalités suivantes seront implémentés dans une prochaine version :

- Enregistrer une séquence de notes
- Lire une séquence de notes

### III-Scénarios

Voici les scénarios d'utilisation liés aux cas d'utilisations, comme les 2 premiers cas ne sont pas indissociables nous les avons regroupés dans le premier tableau.

Nom	Jouer des notes du son synthétisé
Scénario d'utilisation	Scénario optimal : 1) Régler différents paramètres de l'instrument 2) Appuyer sur une touche 3) Jouer un son 4) Relâcher la touche 5) Recommencer selon la volonté de l'artiste
	Scénario alternatif : 1) Régler différents paramètres de l'instrument 2) Appuyer sur une touche 3) Jouer un son 4) Relâcher la touche 5) Changer un réglage 6) Recommencer selon la volonté de l'artiste
	Scénario d'erreur: 1) Appuyer sur une touche 2) Problème de librairie audio (par exemple pas de haut parleur) 3) Affichage d'un message d'erreur correspondant

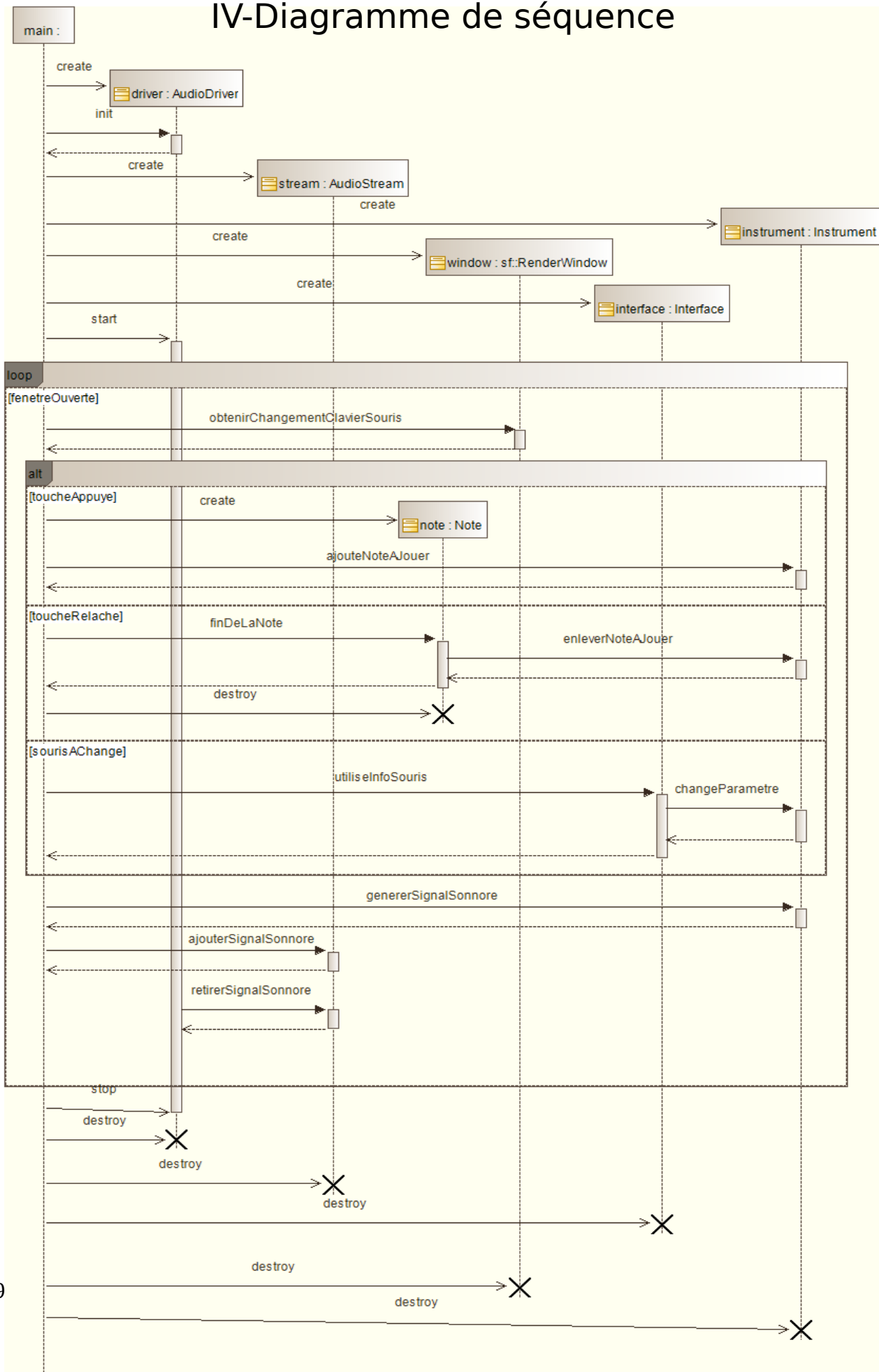
Les scénarios suivant ne seront pas disponibles dans la première version du programme,,,

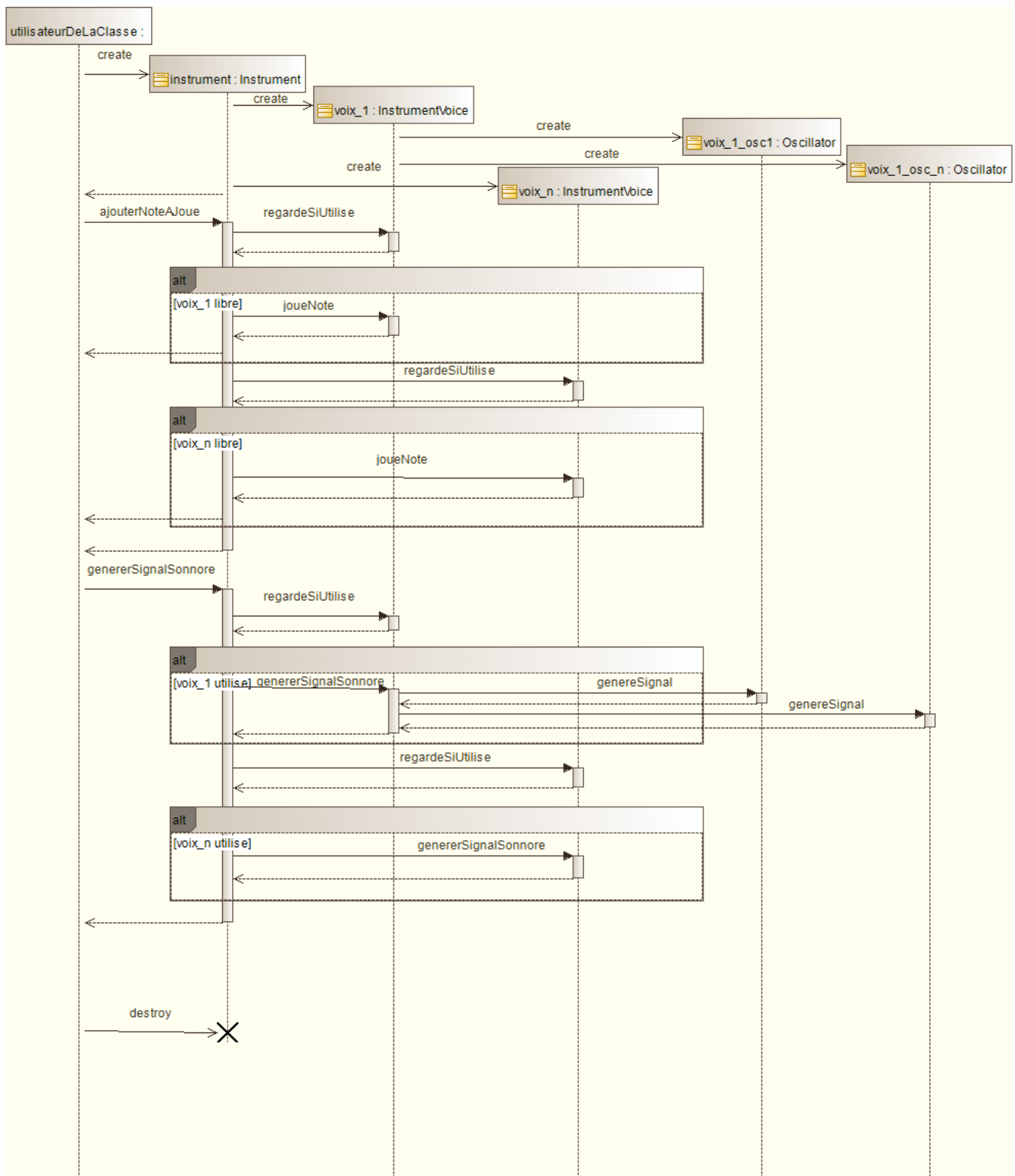
Nom	Lire une séquence de notes
Scénario d'utilisation	Scénario optimal : 1) Sélectionner "ouvrir" 2) Choisir le fichier 3) Appuyer sur la Touche "Jouer" pour jouer l'enregistrement
	Scénario optimal : 1) Sélectionner "ouvrir" 2) Choisir le fichier 3) Appuyer sur la Touche "Jouer" pour jouer l'enregistrement 4) Après écoute il s'agissait du mauvais fichier 5) Sélectionner "ouvrir" 6) Choisir le fichier 7) Appuyer sur la Touche "Jouer" pour jouer l'enregistrement
	Scénario d'erreur: 1) Sélectionner "ouvrir" 2) Choisir le fichier 3) Erreur le fichier n'est pas un fichier de séquence de notes 4) Affichage du message d'erreur
Nom	Enregistrer une séquence de notes
Scénario d'utilisation	Scénario optimal : 1) Appuyer sur la Touche "Enregistrer" pour commencer l'enregistrement 2) Jouer des notes du son synthétisé 3) Appuyer sur la Touche "Enregistrer" pour arrêter l'enregistrement 4) Saisir le nom du fichier 5) Enregistrer le fichier
	Scénario alternatif : 1) Appuyer sur la Touche "Enregistrer" pour commencer l'enregistrement 2) Jouer des notes du son synthétisé 3) Appuyer sur la Touche "Enregistrer" pour arrêter

	<p>l'enregistrement</p> <p>4) Appuyer sur la Touche "Jouer" pour rejouer l'enregistrement</p> <p>5) Saisir le nom du fichier</p> <p>6) Enregistrer le fichier</p>
	<p>Scénario d'erreur:</p> <p>1) Appuyer sur la Touche "Enregistrer" pour commencer l'enregistrement</p> <p>2) Jouer des notes du son synthétisé</p> <p>3) Appuyer sur la Touche "Enregistrer" pour arrêter l'enregistrement</p> <p>4) Saisir le nom du fichier</p> <p>5) Nom du fichier incorrecte ou impossible de l'ouvrir</p> <p>6) Affichage d'un message d'erreur</p> <p>7) Saisir le nom du fichier</p> <p>8) Enregistrer le fichier</p>



## IV-Diagramme de séquence





Le premier diagramme montre le déroulement et la transmission des informations entre l'interface/clavier et le générateur de son (classe instrument), tandis que le second détaille le fonctionnement interne de la classe instrument lorsque les différentes méthodes

(appelées dans le premier diagramme) sont utilisés. Ici le diagramme est en français pour faciliter la compréhension mais nous préférons l'anglais par la suite.

## V- Détails des classes

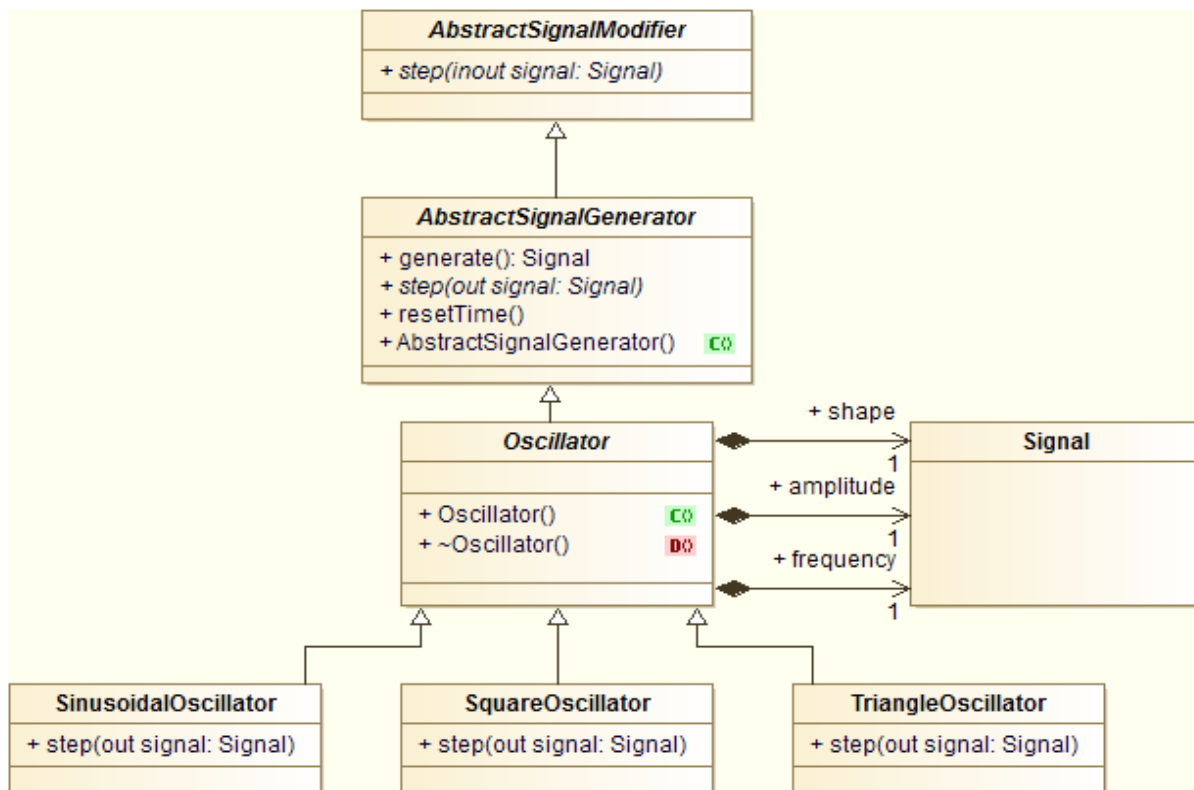
### Signal

---

Signal	
+ samples : float [size]	
+ add(in s: Signal)	
+ mix(in s: Signal)	
+ addOffset(in offset: float)	
+ scale(in scale: float)	
+ constant(in constant: float)	
+ reset()	
+ Signal()	CO
+ Signal(in signal: Signal)	CO
+ ~Signal()	DO

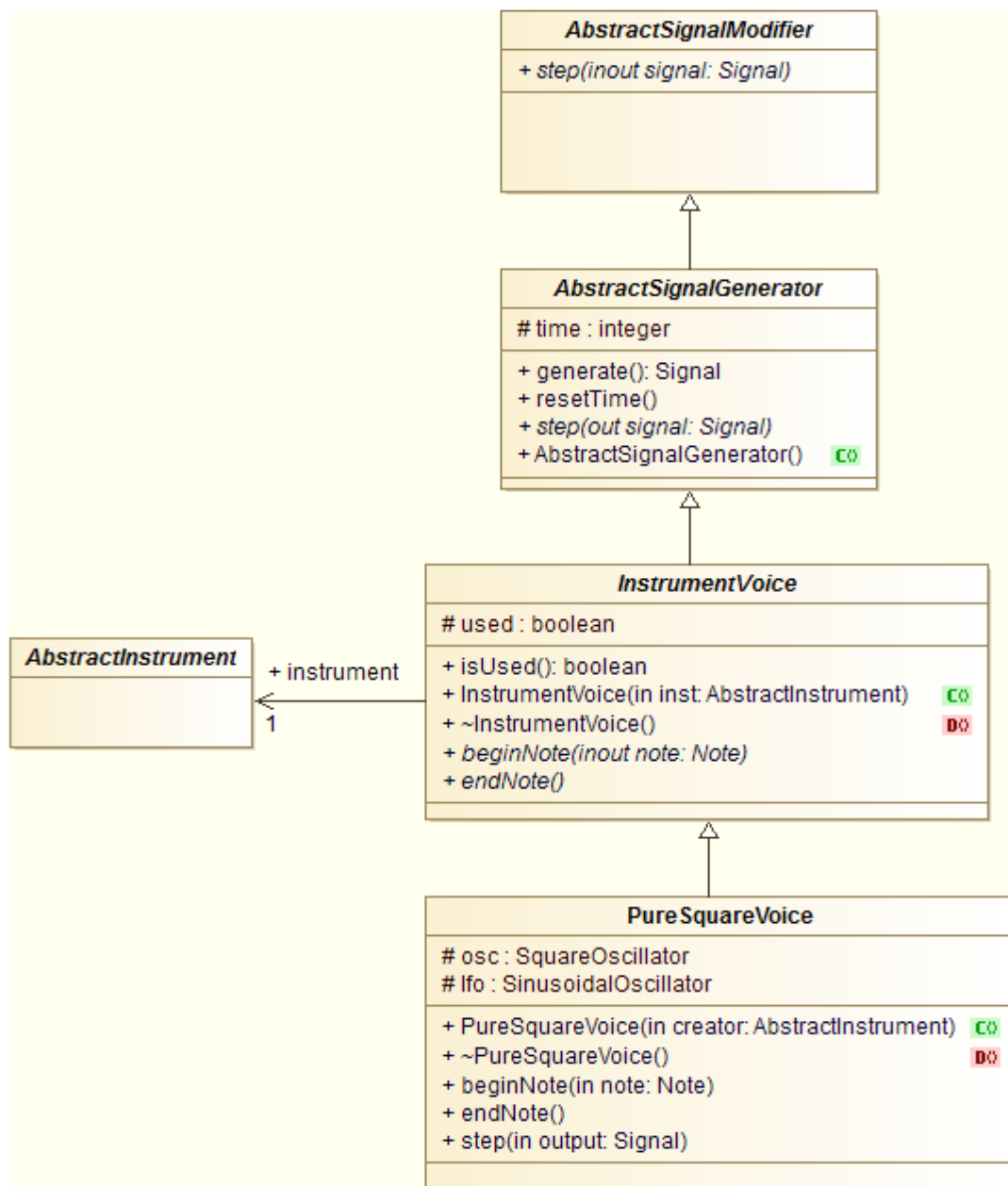
Unité de "son", tout son continu est décomposé en signaux (un tableau d'échantillons), c'est ce qu'un instrument doit générer. On peut le modifier avec des opérations classiques du traitement du signal (ajout d'un offset, addition, multiplication, etc).

## Oscillator (Oscillateur)



L'Oscillator est un générateur de signal périodique en fonction de 3 paramètres : l'amplitude, la fréquence et la forme. Il génère un signal grâce à la méthode "generate", cependant il est aussi possible de générer le signal sur un objet Signal extérieur grâce à la méthode "step". L'oscillateur a une horloge interne qu'il met lui-même à jour. Oscillator est une classe abstraite, les classes concrètes qui en héritent doivent juste fournir la méthode `step()` qui génère le signal...

## InstrumentVoice



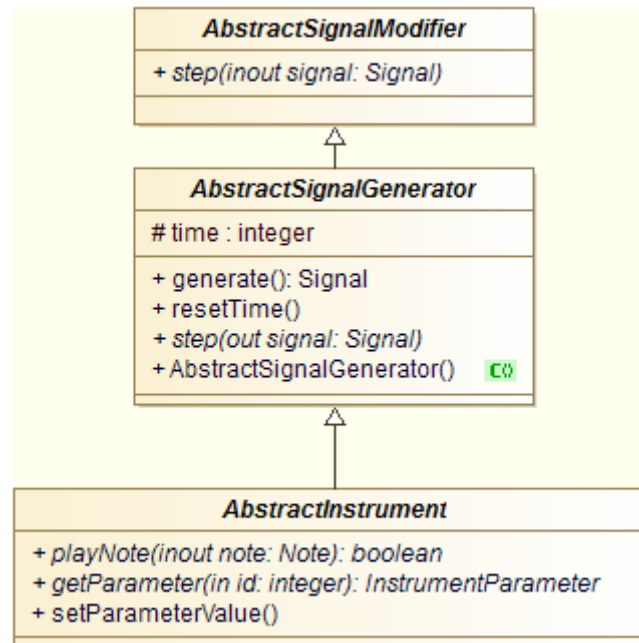
L'InstrumentVoice est une classe abstraite, c'est un générateur de signal (comme un oscillateur). Le signal qui en sort est le son produit par une seule note. Sur ce schéma la classe PureSquareVoice génère le son de la note grâce à un oscillateur carré et un LFO (oscillateur de modulation de paramètre). L'instrument PureSquare se charge de transmettre les paramètres

que l'utilisateur modifie via l'interface graphique à chacun des PureSquareVoice.

---

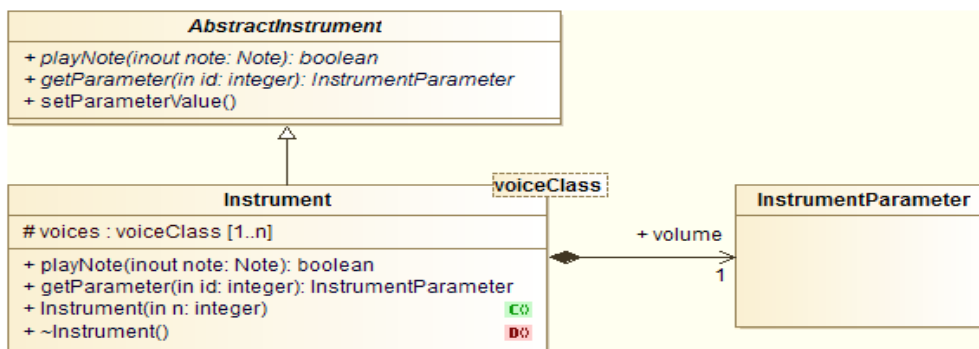
## ***AbstractInstrument***

---



L'AbstractInstrument est la base d'un Instrument. Elle permet à un gestionnaire d'instrument de gérer les différents "Instrument" sans connaître les "InstrumentVoice" associés.

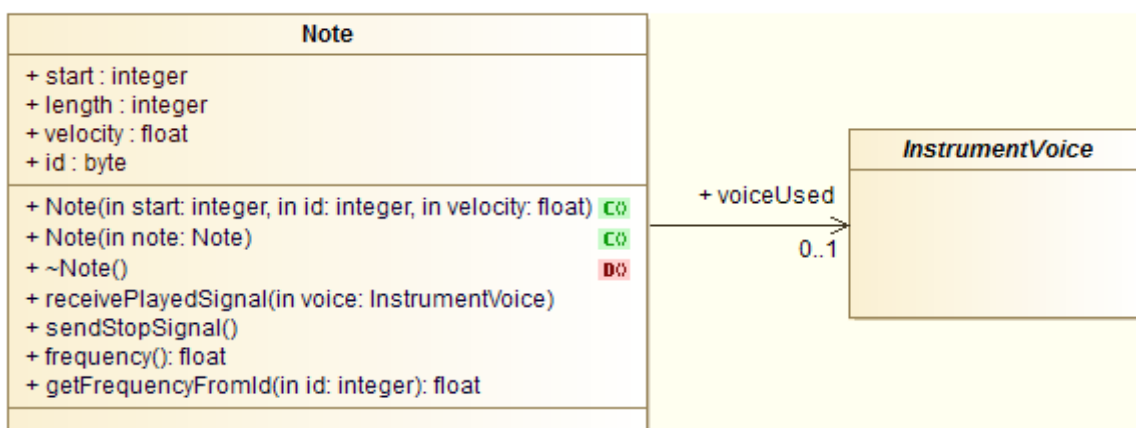
## Instrument



L'Instrument est un modèle, il regroupe plusieurs InstrumentVoice, et affecte chacun d'entre eux à une note qu'il reçoit. Il fait également le mixage final entre tous les signaux générés par ces InstrumentVoice. La classe Instrument a déjà un minimum de code fournis (gestion de la polyphonie des notes). Il devient donc facile de créer un instrument en héritant simplement de cette classe

N.B : polyphonie = plusieurs notes.

## Note



Elle représente une note de musique : fréquence, vitesse, durée mais aussi quand elle a été jouée ! Quand une note est créée elle est envoyée à l'Instrument (via la méthode `playNote(Note & n)`) qui l'affectera, si il le peut, à un InstrumentVoice. Pour cela on utilisera la méthode `beginNote(Note& n)` qui elle-même prévient la note



via `receivePlayedSignal(InstrumentVoice* v)`. Lorsqu'elle est terminée la note doit prévenir l'`InstrumentVoice` (méthode `sendStopSignal()`) afin que celui-ci démarre son Release Time (méthode `endNote()`). Ainsi, une note peut être terminée mais l'`InstrumentVoice` continue d'être "utilisé" tant qu'il n'a pas fini son release time.

---

## InstrumentParameter

---



InstrumentParameter	
<div>- modified : boolean</div> <div>- value : short</div> <div>- min : short</div> <div>- max : short</div>	
<div>+ InstrumentParameter(in value: short, in min: short, in max: short) <span>CO</span></div> <div>+ InstrumentParameter(in instrumentParameter: InstrumentParameter) <span>CO</span></div> <div>+ operator=(in instrumentParameter: InstrumentParameter): InstrumentParameter</div> <div>+ active(): boolean</div> <div>+ toggle()</div> <div>+ on()</div> <div>+ off()</div> <div>+ setValueFromUnsigned(in value: integer, in max: integer)</div> <div>+ getValueToUnsigned(in max: integer)</div> <div>+ getRanged(): short</div> <div>+ valueUsed()</div> <div>+ notify()</div>	

Elle représente un paramètre de l'instrument codé sur un entier signé de 16 bits. A l'initialisation l'instrument donne la plage de valeur (que le paramètre ne doit pas dépasser). Ensuite différentes méthodes peuvent modifier cette valeur en utilisant une autre plage de valeurs (par exemple `setValueFromUnsigned`). `InstrumentParameter` sert à faire le lien( via une remise à l'échelle) entre le potentiomètre et l'`Instrument`.

---

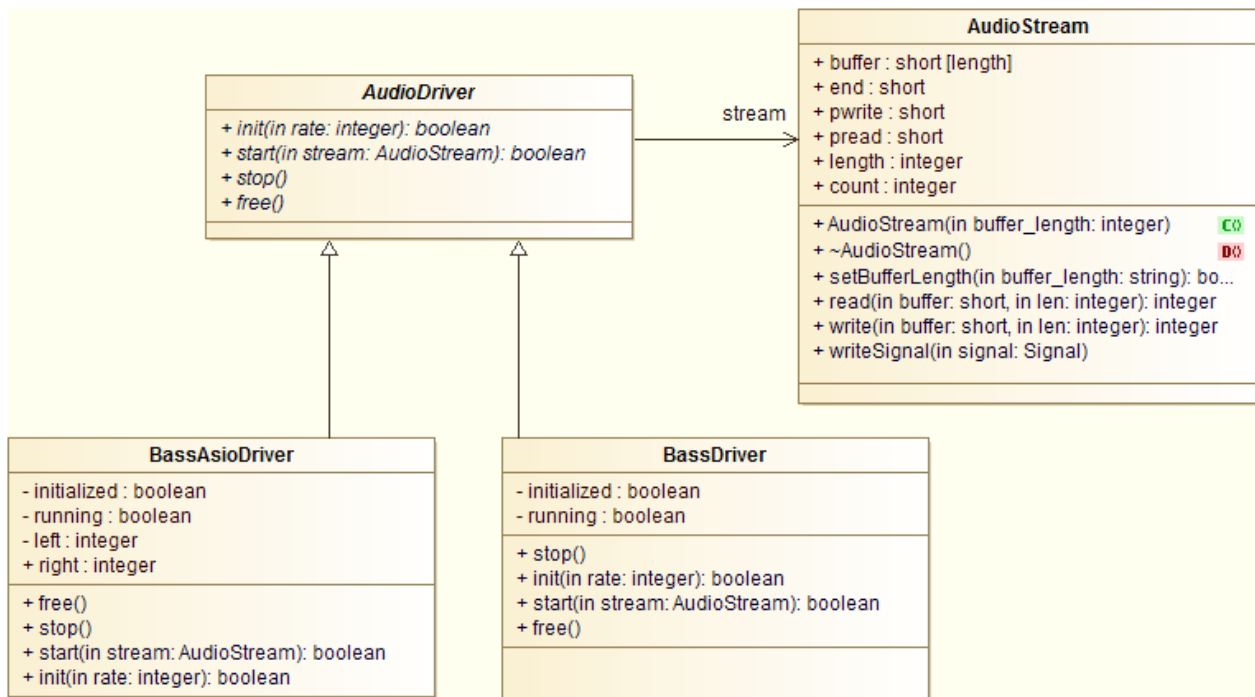
## AudioStream

---

AudioStream	
+ buffer : short [length]	
+ end : short	
+ pwrite : short	
+ pread : short	
+ length : integer	
+ count : integer	
+ AudioStream(in buffer_length: integer)	
+ ~AudioStream()	
+ setBufferLength(in buffer_length: string): boolean	
+ read(in buffer: short, in len: integer): integer	
+ write(in buffer: short, in len: integer): integer	
+ writeSignal(in signal: Signal)	

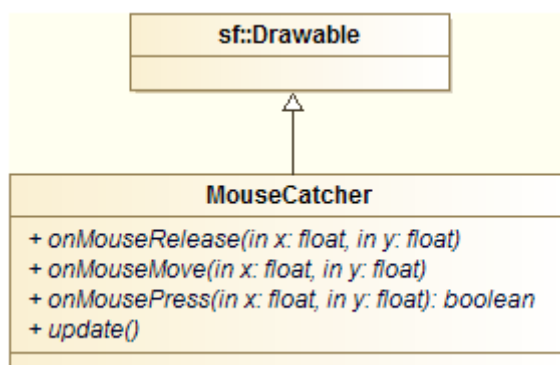
Elle représente un flux, le son continu qui va sortir des haut parleurs. Il prend en entrée un objet Signal. Il s'occupe de convertir les données du signal en échantillons utilisables par le driver audio. D'un point de vu purement technique : Il s'agit d'un buffer circulaire de type FIFO. L'atout qu'il a en plus c'est qu'il hérite d'une classe mutex il est donc verrouillable et déverrouillable (méthodes lock() et unlock()) pour éviter que 2 threads l'utilise en même temps.

## AudioDriver



Elle représente le lien entre le Haut-Parleur et le signal converti par **AudioStream** lors de son démarrage (méthode `start`). On lui passe un **AudioStream** qu'il devra lire (via la méthode `read`) lorsque la carte son a besoin de nouveaux échantillons.

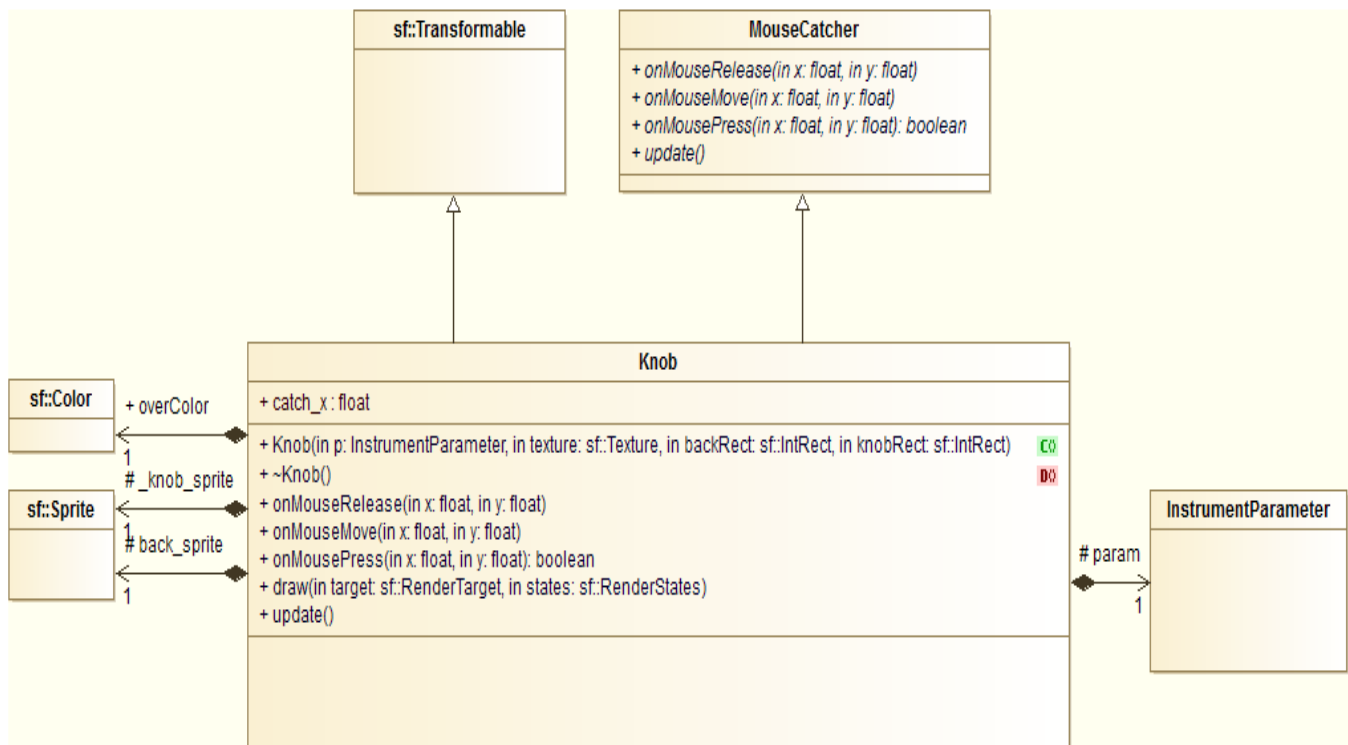
## MouseCatcher (information reçue par la souris)



Elle représente un élément de l'interface graphique qui utilise la souris. Dans un premier temps l'utilisateur clique sur l'élément

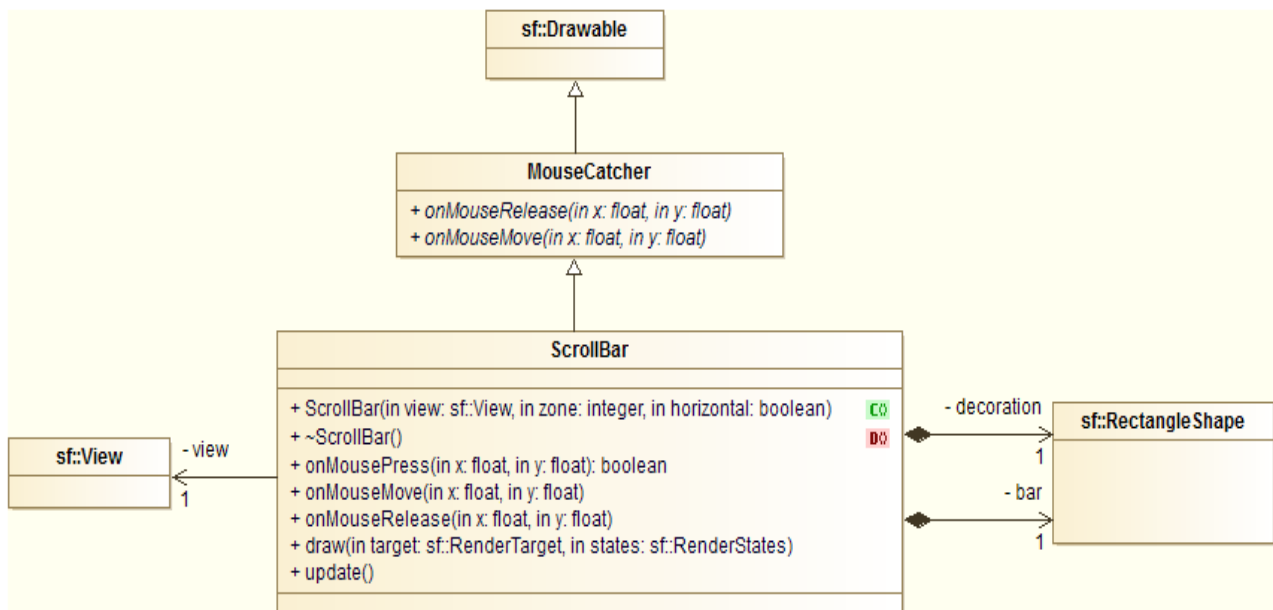
(exemple potard) (méthode onMousePress) ce qui a pour effet "d'attraper la souris". Une fois qu'un MouseCatcher a attrapé la souris, il faut attendre que l'utilisateur relâche le bouton de la souris pour en attraper un nouveau. C'est la fonction main qui s'en charge pour le moment. Un MouseCatcher doit être dessinaable !

## Knob



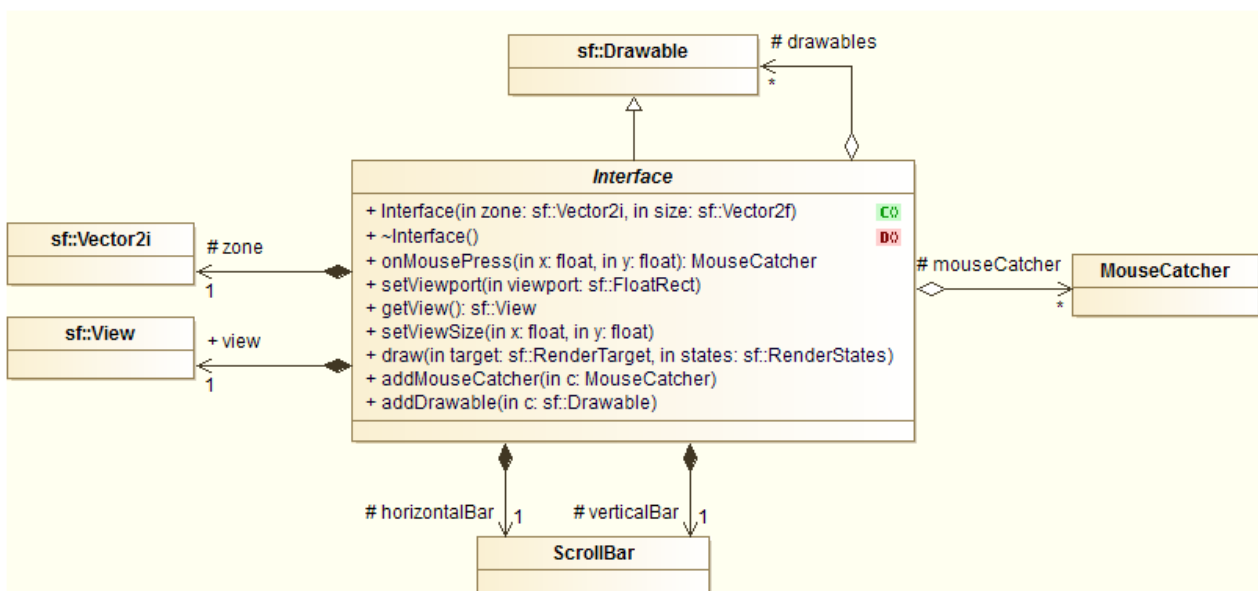
Knob veut dire potentiomètre en anglais. Cette classe est un MouseCatcher. Elle doit être liée à un InstrumentParameter pour agir directement dessus.

## ScrollBar (barre de défilement)



Elle permet de gérer la vue d'une Interface si elle est trop petite pour afficher l'intégralité de l'Interface.

## Interface



Interface gère des sf::Drawable (choses affichables) et des MouseCatcher. Elle s'occupe de les faire afficher dans l'espace que l'on lui donne !

## VI – Ressources et informations complémentaires

Le projet sera codé en C++ et est prévu pour fonctionner sous windows (windows 7 minimum) et sous linux (avec des restrictions et peut-être des problèmes de son selon les distributions). Le compilateur utilisé sera g++ (et l'équivalent sous windows : mingw) et le makefile est portable : make win32 pour windows et make linux64 pour linux. La carte graphique doit supporter OpenGL et avoir une carte son fonctionnelle avec le système installé.

Pour travailler sur ce projet, nous avons mis en place un git sur github. Voici le lien du projet :

<https://github.com/lamogui/POO/>

(notez que le projet inclus les sources de la SFML 2.1 modifiées pour fonctionner à l'ENIB car freetype est obsolète sur les merveilleuses distributions linux présente dans les salles de TP)

Un driver ASIO est fortement conseillé pour diminuer la latence entre l'appui de la note et la sortie du son, ce type de driver n'existe malheureusement que sur windows. Il existe un driver ASIO gratuit compatible avec n'importe quelle carte son il s'agit de ASIO4ALL disponible ici:

<http://asio4all.com/>

Listes des librairies qui seront utilisés

- SFML 2.1 Graphics
- SFML 2.1 Window
- SFML 2.1 System
- BASS
- BASSASIO

dépendances de ces librairies :

- WINAPI (windows uniquement)
- freetype
- X11 (linux uniquement)

- pthread (linux uniquement)
- Xrandr (linux uniquement)
- GL
- GLU
- GLEW
- libJPEG