

EXPLORATION SONORE INTERACTIVE DE L'ACTIVITE CELLULAIRE

Johan David

Maxime Poret

Myriam Desainte-Catherine

Catherine Semal

LaBRI & INCIA - SCRIME, Université de Bordeaux

université
de BORDEAUX

LaBRI scrime
011010011001 01 10

INCIA
BORDEAUX
neurocampus

École doctorale
Mathématiques
et informatique

cnrs

Bordeaux INP
AQUITAINE

Contexte

Les méthodes de fluorescence des protéines et de microscopie à super-résolution ont permis une meilleure compréhension du fonctionnement des cellules. L'outil Fluosim¹ simule dans un cadre expérimental ces différentes techniques dont la *Single Particle Tracking (SPT)* permettant d'étudier le mouvement individuel de chaque protéine au sein de la cellule.

Le projet, proposé par Gregory Giannone, chercheur à l'IINS, consiste à construire un outil de sonification intégré à Fluosim.

La *sonification* est une méthode servant à communiquer des informations, principalement non textuelles, par le biais de sons autres que la parole humaine [1].

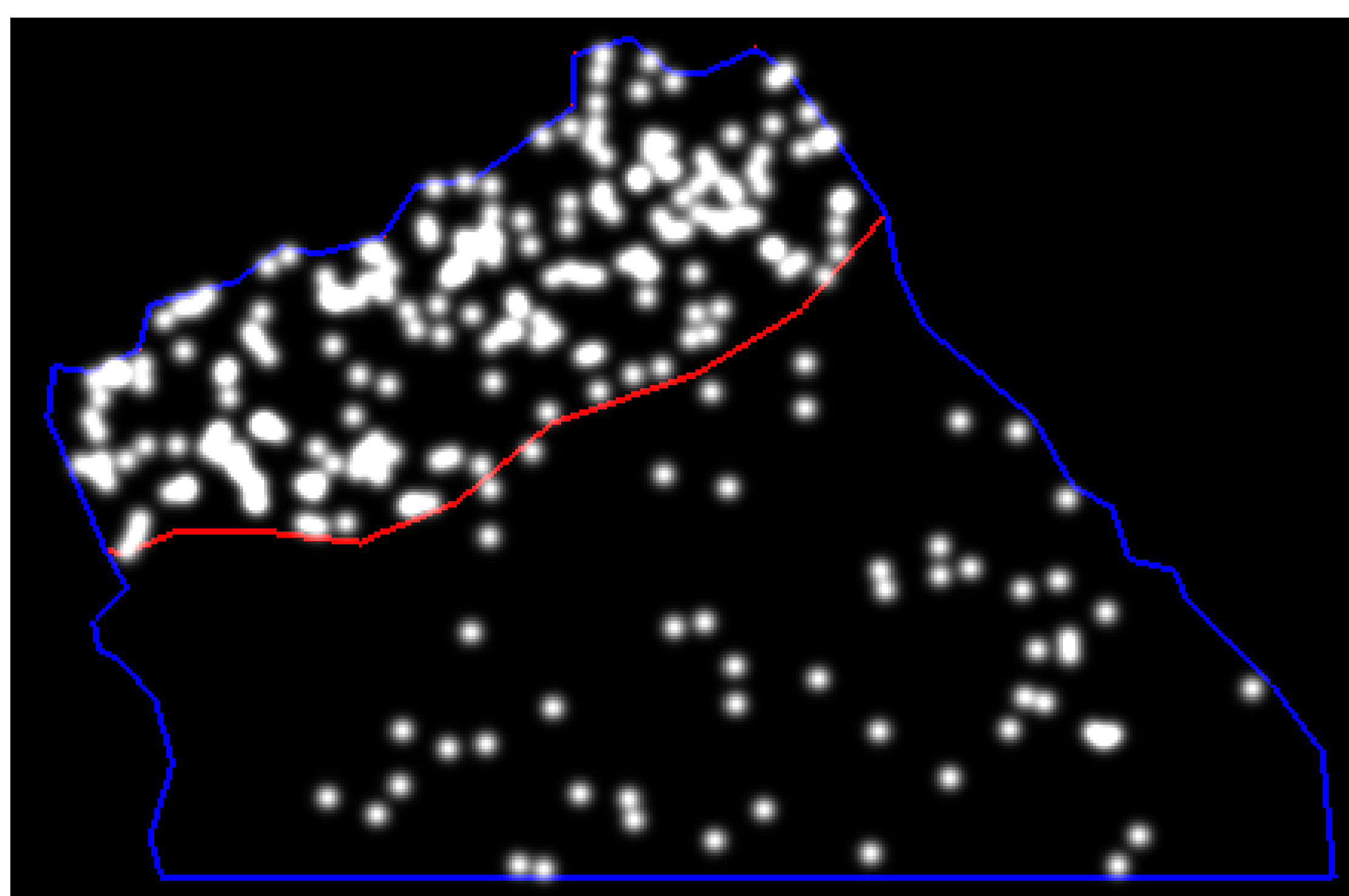


Fig. 1: Représentation d'une cellule contenant des molécules fluorescentes (SPT)

Objectifs

La motivation de ce projet est d'avoir une représentation sonore qui soit une aide à l'analyse de la trajectoire des molécules, en particulier les synchronicités et les zones d'activité groupée.

- Différentes techniques de la sonification telle que le *Parameter Mapping* seront utilisées.
- Différents modes pour le rendu sonore sont présentés dans ces deux maquettes :

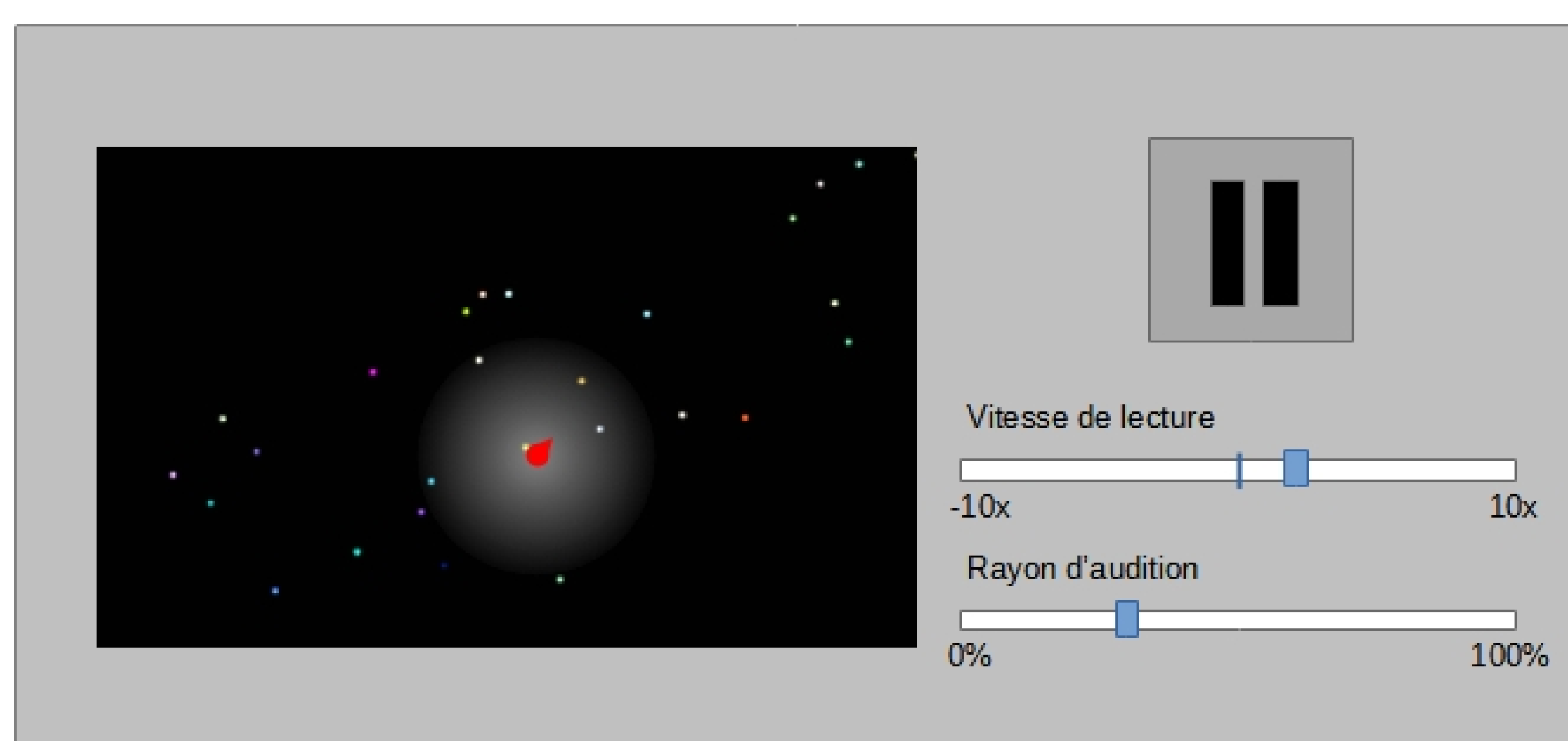


Fig. 2: **Mode Explorateur** : l'utilisateur se déplace dans la scène et le rendu sonore est synchronisé avec la lecture du fichier *.trc*.

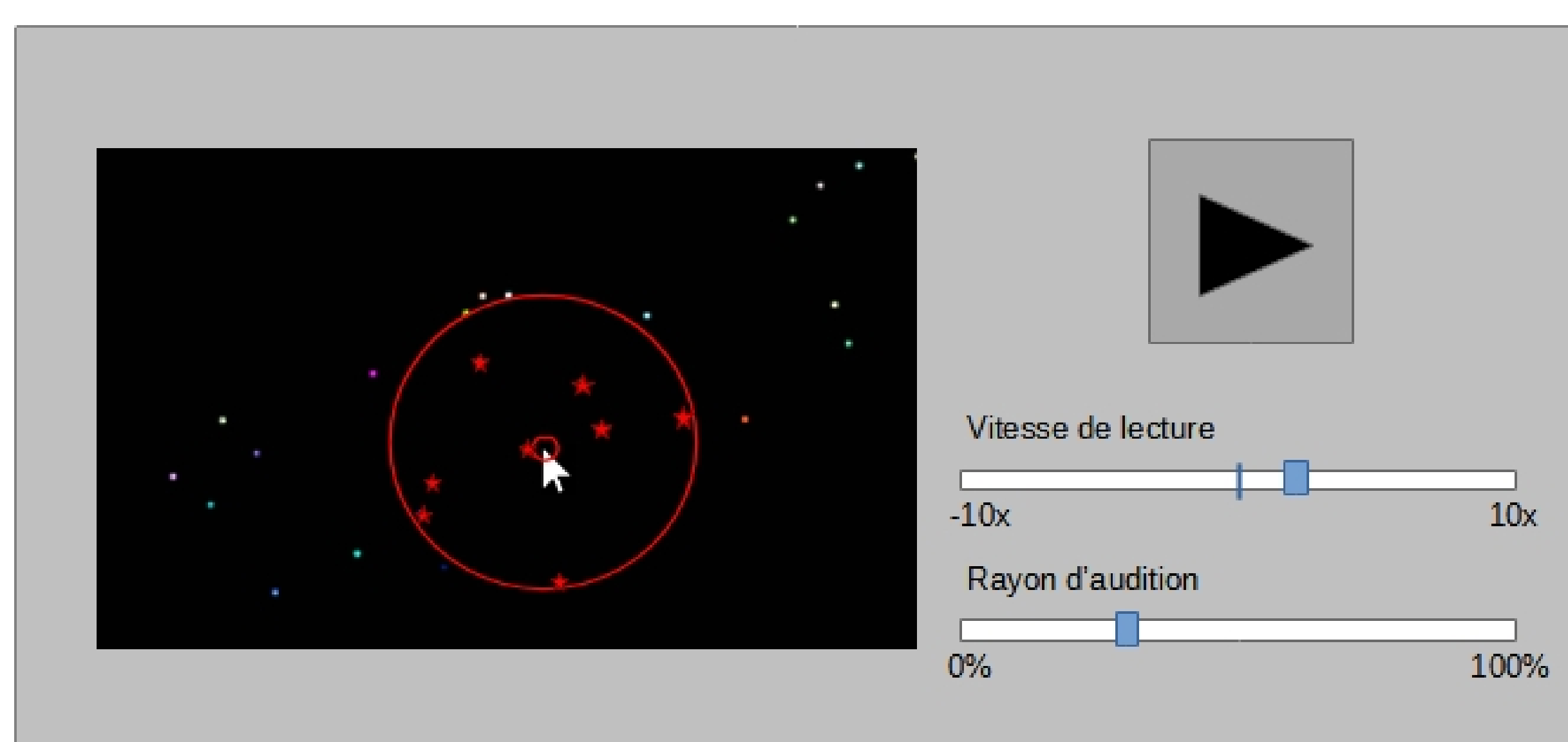


Fig. 3: **Mode Sonde** : lorsque la lecture est en pause, il est possible de générer des ondes d'excitation qui déclenchent le son des molécules qu'elles interceptent, inspiré du modèle de *Data Sonogram* [2].

- L'utilisateur pourra explorer l'environnement sonore de la cellule.
- Le rendu sonore sera spatialisé en fonction de la position et de l'orientation de l'utilisateur.

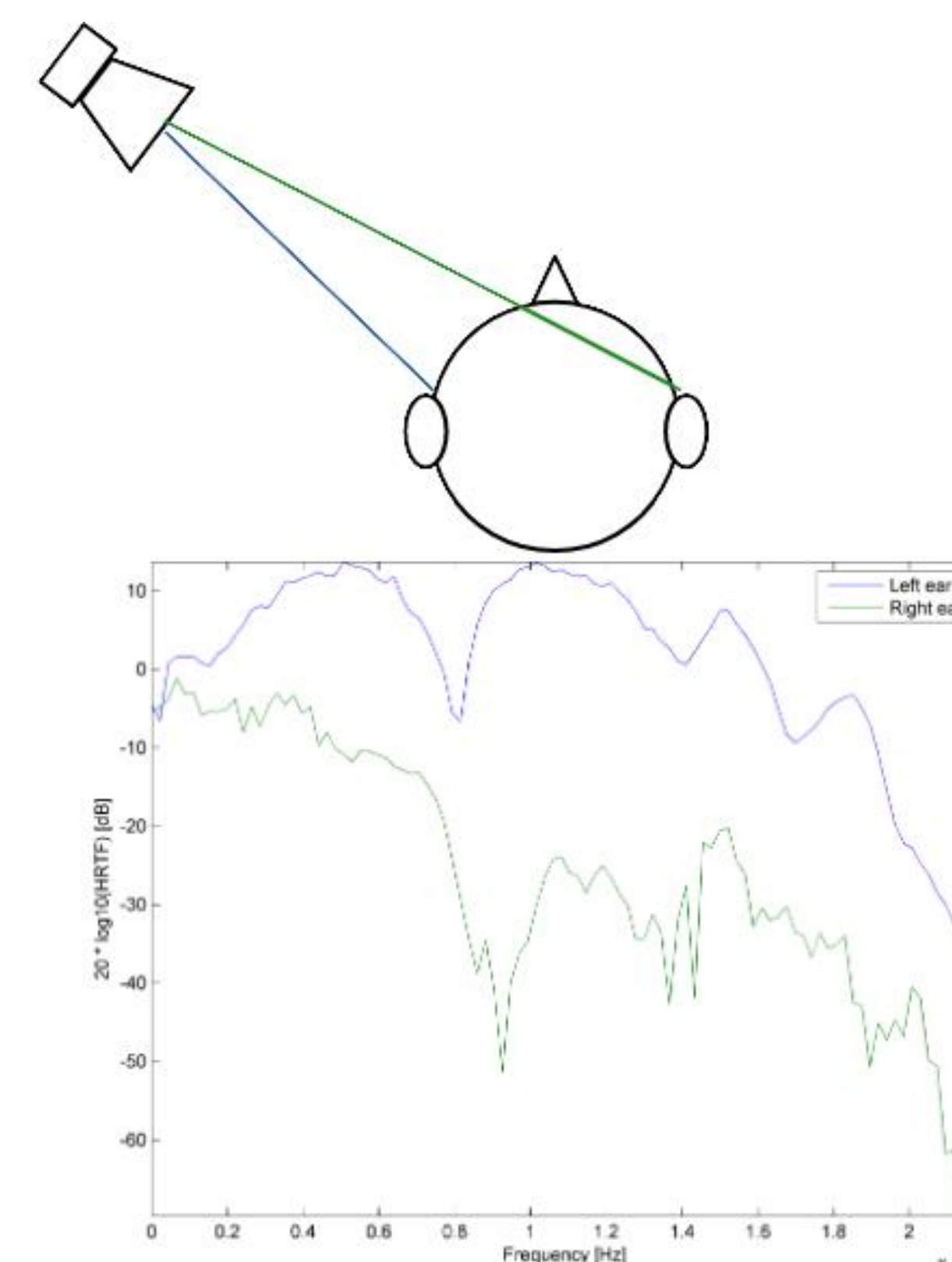


Fig. 4: Pour simuler l'impression de spatialisation, on peut utiliser une fonction de transfert relative à la tête (*HRTF*)³.

Résultats

- Intégration en tant que plugin dans FluoSim.
- Spatialisation du son à l'aide de la librairie *SFML*.
- Implémentation d'un lecteur pour lire les fichiers *.trc* contenant les informations sur les protéines.
- Rendu graphique de l'utilisateur et des molécules.
- Choix d'un modèle de *Parameter Mapping* :
 - Indice de la molécule → Fréquence (Hz)
 - Intensité lumineuse du fluorophore → Amplitude
 - Forme d'onde du signal → Sinusoïdale
- Pour chaque instant de l'expérience, les protéines sont réparties dans des groupes et chaque sonification correspondant à un des groupes est jouée l'une après l'autre.

- Exemple de rendu sonore avec le modèle actuel :



Perspectives

- Création d'autres modèles de *Parameter Mapping* pour mieux communiquer l'information.
- Utiliser la *synthèse FM* ou le format *MIDI* au lieu d'une onde sinusoïdale pour obtenir différentes textures sonores.
- Tests avec des utilisateurs et comparaison entre chaque modèle afin de déterminer celui ou ceux offrant la représentation la plus adéquate pour FluoSim.

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier M. Matthieu Lagardère pour son travail sur le logiciel FluoSim et d'avoir répondu à toutes nos questions sur le projet. Merci également à M. Gregory Giannone pour nous avoir proposé le sujet de ce projet.

Références

- [1] Gregory KRAMER. « Auditory Display : Sonification, Audification and Auditory Interfaces » (1994).
- [2] T. HERMANN et H. RITTER. « Listen to Your Data : Model-Based Sonification for Data Analysis » (juin 2000).

¹ <https://github.com/mlagardere/FluoSim>
² <http://recherche.ircam.fr/equipes/salles/listen/glossary.html>, Mai 2021