

Hackathon 2025

I/ Sujet:

L'entreprise SUEZ a un réseau d'eau et des installations dans Béziers, telles qu'une station d'épuration et des lagunes. Dans leurs installations, ils ont des problèmes avec des espèces liminaires (ragondin, rat) qui viennent endommager leurs structures. Ci-dessous je vais présenter la solution permettant de **localiser les rats** dans le réseau hydraulique grâce au son qu'ils produisent.

II/ Choix de la solution

Premièrement, pour répondre à la demande des commanditaires face au problème de rats, on a trouvé plusieurs options, plus ou moins bonnes, pour localiser les rats. L'un des premiers choix était d'utiliser une caméra puis de traiter les images pour localiser et compter les rats, mais elle a pour inconvénient d'avoir une portée limitée, ce qui peut coûter cher pour surveiller une grande surface. Une autre solution consiste à accrocher des puces GPS sur des rats capturés vivants, puis de les relâcher pour traquer leurs mouvements.

Afin de pouvoir couvrir une surface plus large sans devoir capturer des rats ou dépenser beaucoup d'argent dans des caméras, on a pensé à utiliser un système utilisant **le son produit par les rats**, le son étant une onde onnidirectionnelle qui peut voyager dans la matière, Elle permet d'avoir un bon périmètre de détection si les bonnes conditions sont réunies (de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres).

III/ choix des éléments pour la station d'enregistrement

III.1/ le capteur de fréquence

Afin d'analyser le son, il nous faut d'abord l'enregistrer. Pour cela, il nous faut un **capteur de fréquence** (microphone, hydrophone, géophone). Chaque type de capteur a une plage de détection, les microphones et hydrophones peuvent capter les ultrasons (>20 kHz) Tandis que les géophones et autres types de sondes sismiques sont principalement utilisés pour des fréquences ne dépassant pas les quelques kilohertz.

Nous savons que les rats communiquent dans des fréquences pouvant monter jusqu'à 50 kHz. Dans cette variante de la solution on va utiliser un **hydrophone** (le son se propageant mieux dans l'eau on devrait avoir une plus grande portée malgré l'ajout de contrainte) mais un microphone à ultrason ça marche aussi. L'un des capteurs correspondant est le « H1a Hydrophone » (image ci-dessus) avec le Buffer « PA1 Hydrophone Buffer Amp » pour apporter du gain (augmenter l'amplitude) au signal avant de l'envoyer vers la carte audio.



III.2/ la carte audio

Ensuite, afin d'enregistrer le son, on va utiliser une **Raspberry Pi 4B** 2Go ou plus. Cette carte va permettre, en plus d'enregistrer les flux audio en local, avant une possible publication sur des serveurs pour une analyse, d'être assez polyvalente pour de futures améliorations. Les données seront enregistrées dans un fichier .Wav comprenant l'id de la station et la date du jour ex : <id_2025-03-13_15-30-00.wav.>.

III.3/ alimentation

La connexion au réseau électrique ne pouvant pas être disponible facilement, on propose d'alimenter la Raspberry avec une **batterie**. Une raspberry consomme en moyenne 6W et a pour tension d'entrée 5V, le courant nécessaire est de $I = P/U$, $I=6/5=1.2A$, avec pour objectif de tenir plus de 48h avant d'être rechargé il nous faudra une batterie de $48*1.2=57.6Ah$ à 5V ou de 12V 24 Ah avec un convertisseur DC-DC de 15W qui peut donner en sortie du 5V 3A en amont du convertisseur.

III.4/ collecte de données

Pour récupérer les données, on a plusieurs solutions, en utilisant un réseau sans fil, ce qui a pour avantage que les rats ne peuvent pas manger les câbles. Ensuite, on peut aussi utiliser un câble Ethernet pour communiquer avec le serveur, mais il faut que les câbles soient mis en place et les rats peuvent les manger.

Pour cette variante, on va stocker les données sur un **périphérique de stockage** (SSD ou HDD) pour les analyser plus tard. Comme inconvénient, on a que l'analyse ne peut pas se faire en temps réel et qu'un opérateur doit régulièrement récupérer les données de chaque station et les transférer sur le serveur. Les fichiers audio seront organisés par jour, un dossier par jour d'enregistrement, le dossier sera compressé le jour suivant afin « d'économiser » de la place sur le stockage.

IV/ Analyse et Conclusion

Ce système de station permettra la collecte de données pour localiser les rats. Pour cela, les données collectées seront analysées avec des programmes détectant les fréquences ou un modèle d'IA qui reconnaît leurs vocalisations afin de trianguler leurs positions. Cette station coûte environ 348.57€ en hardware (204.57€ de micro, 54€ de Raspberry et 60€ pour une batterie et 30€ pour un SSD ou HDD de 250Go). Pour la mise en service de cette version de station, il faut pouvoir mettre les capteurs dans l'eau. Ensuite, il faut prévoir de régulièrement changer la batterie/station le temps de mettre à charger les batteries.