



visite à domicile

afficheur volumétrique made in Canada

Dan Foisy (Canada) et Eric Bogers (Elektor)

Un réseau de transducteurs ultrasonores permet de faire léviter une petite balle en mousse et de lui imprimer des mouvements très rapides. Éclairez-la à instants choisis avec des LED, et la persistance rétinienne fera le reste : l'œil verra un afficheur véritablement 3D.

*L'idée d'une petite boule flottant au-dessus d'un tapis d'ondes ultrasonores ne date pas d'aujourd'hui. Elle est même désormais à la portée de tout amateur – voir p. ex. l'article *Lévitiation avec ondes acoustiques* de mon collègue Luc Lemmens ; il y présente le kit d'un « léviteur » acoustique conçu par Makerfabs [1].*

En 2019, des chercheurs de l'université du Sussex ont présenté dans la revue Nature [2] un afficheur volumétrique à piège acoustique (abrégé ci-après en VDTP, pour Volumetric Display using an Acoustically Trapped Particle). La vidéo montrant son fonctionnement [3] fascina Dan Foisy, électronicien amateur vivant à Toronto. Dan avait assez d'expérience pour ne pas se laisser intimider par la complexité apparente de cet afficheur. Aussi décida-t-il d'en reproduire un semblable dans son labo. Mais laissons-lui la parole :

« Un réseau phasé de transducteurs ultrasonores permet de faire léviter une petite boule en mousse (1 mm) et de lui imprimer des oscillations rapides (plus de 1 m/s).

On peut alors profiter de la persistance rétinienne pour que l'œil interprète ces mouvements comme des figures en 3D. Le volume de déplacement de la boule fait environ 100 x 100 x 140 mm. C'est en l'éclairant à des instants précis avec des LED RVB qu'on obtient l'illusion d'images multicolores. »

Ce type de réseau phasé est connu et exploité – en mode réception – depuis des décennies. On l'utilise par exemple en radioastronomie pour combiner les signaux de nombreuses petites antennes afin d'obtenir l'équivalent d'un radiotélescope de très grand diamètre (si grand qu'en pratique il serait impossible à construire). Imaginé aux Pays-Bas, le radiotélescope LOFAR [4] [5] comprend ainsi quelque 20 000 petites antennes réparties sur le continent européen. L'ensemble forme un interféromètre offrant une résolution sans précédent de 0,2 seconde d'arc.

« Il faut une grande puissance de traitement pour passer de la simple lévitation au contrôle de la balle et de sa position.

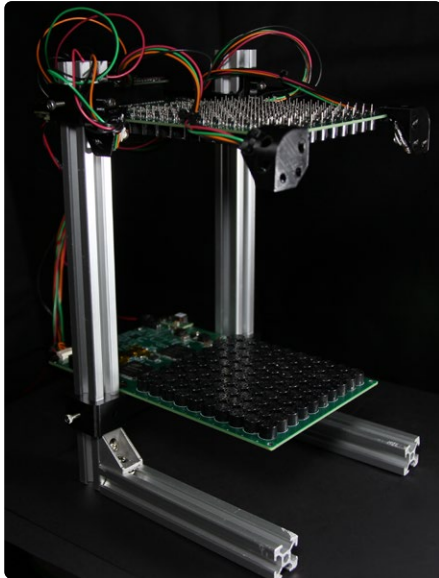


Figure 1. La boule en mousse lévite entre les deux cartes. Chacune comprend 100 transducteurs ultrasonores.

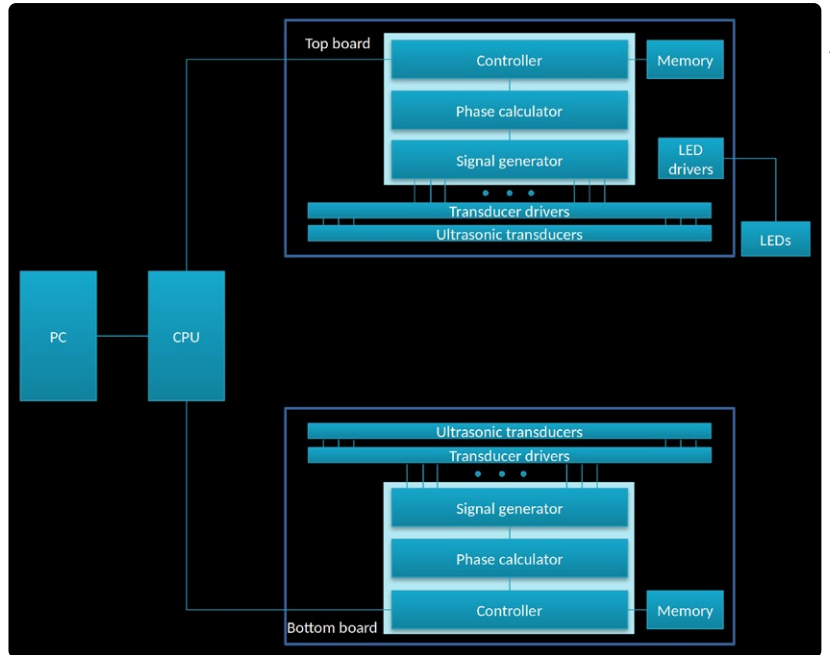


Figure 2. Diagramme fonctionnel du VDTP. Les cartes du haut et du bas sont identiques, si ce n'est que celle du haut pilote aussi les LED.

Outre l'unité centrale, mon VDTP comprend quatre FPGA chargés de convertir une position en signaux de phase qu'interpréteront ensuite les transducteurs. Ces FPGA peuvent aussi tourner, déplacer, agrandir et rapetisser les images affichée, et même les animer – j'ai ainsi pu créer un papillon battant des ailes [6]. »

À propos de transducteurs : ce projet en utilise 200 répartis sur deux cartes (figure 1). J'en profite pour dire que sa complexité en empêche toute description complète

dans ces pages. S'il vous intéresse, contactez Dan Foisy par courriel (son adresse figure dans l'encadré Des questions, des commentaires ?).

« Un des défis du projet a été de concevoir le diagramme fonctionnel du VDTP (figure 2), pour l'essentiel constitué de deux cartes de circuit imprimé – une en haut, l'autre en bas. La figure 3 montre l'une d'elles. La figure 4 est une vue plus détaillée du diagramme fonctionnel de la carte du haut, celle qui pilote aussi les LED. »

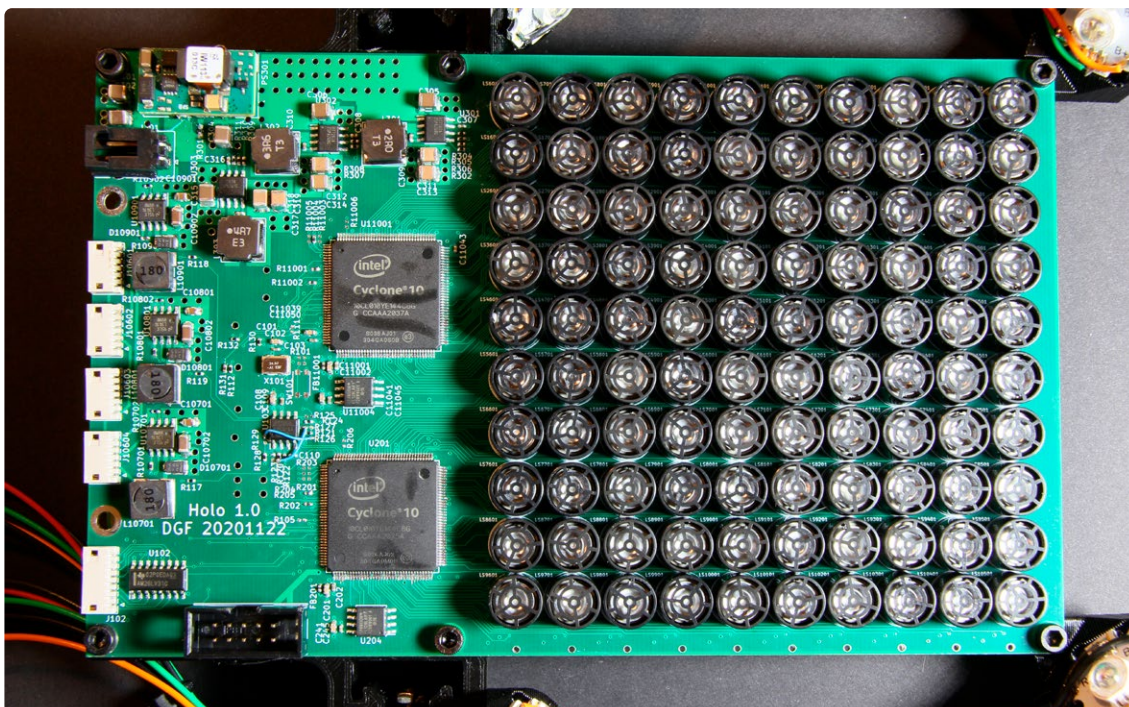


Figure 3. Une des cartes assemblées. Ses 100 transducteurs ont été testés individuellement avant montage.

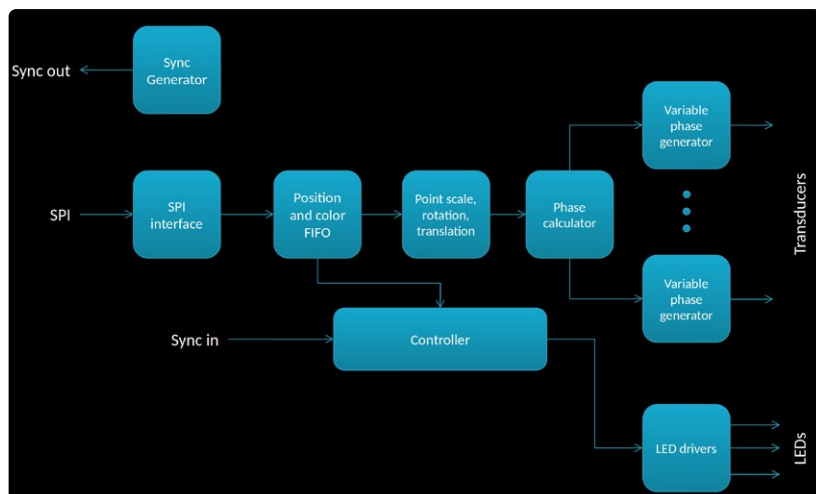


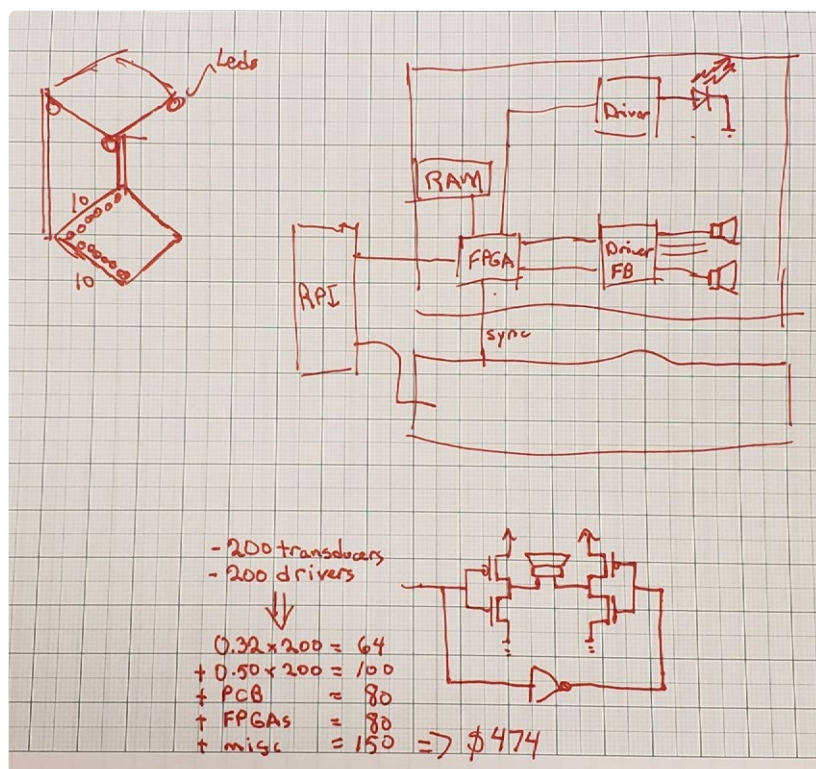
Figure 4. Diagramme fonctionnel du code FPGA.

Comme le sait tout maker, passer de l'idée à la réalisation est une entreprise de longue haleine. Le VDATP n'a pas échappé à cette vérité. La **figure 5** montre un des premiers croquis du projet. Les **figures 6 et 7** révèlent son mûrissement et sa concrétisation en schémas – avec l'appui essentiel de KiCad.

« C'était un projet vraiment sympa à mener, et je prends toujours autant de plaisir à le regarder. Il y a quelque chose de magique à voir un objet léviter puis soudain s'agiter, si vite que ses mouvements sont à peine visibles. J'en tire une grande satisfaction. »

Figure 5. Un des premiers croquis du VDATP.

210237-04 — VF : Hervé Moreau



À propos de Dan

Dan Foisy est né à Montréal (Canada) au milieu des années 1970 et a grandi en même temps que les ordinateurs personnels et l'Internet – une période exaltante. Sa famille a déménagé à Toronto à la fin des années 1970.

Le jour de ses 8 ans, Dan a reçu comme cadeau un coffret d'initiation à l'électronique, le 160-in-1 de Radio Shack. Il s'en servit pour construire des alarmes, des radios et autres amplificateurs, et apprit au passage à dessiner et réaliser ses propres circuits.

Dan a passé une licence et un master en Sciences appliquées à l'université de Toronto. Durant son master, il a intégré le laboratoire Space Flight Lab – qui venait d'être créé – et a travaillé sur le premier télescope spatial canadien, le MOST (Microvariability and Oscillation of Stars) [7]. Il fut par la suite responsable de cinq autres programmes spatiaux. Après avoir occupé différents postes, Dan est aujourd'hui employé par la Banque Royale du Canada. Il y dirige plusieurs équipes liées à divers domaines de l'IA, dont le traitement du langage naturel et les questions d'éthique liées aux applications de l'IA.

Lorsqu'il a demandé sa future épouse en mariage, Dan a accompagné sa demande d'une bague en diamant. Sa fiancée a alors trouvé normal de lui offrir quelque chose en retour. Ce fut du matériel pour son labo d'électronique personnel – qu'il utilise toujours. « Ce jour-là, j'ai fait une belle affaire :-)! »

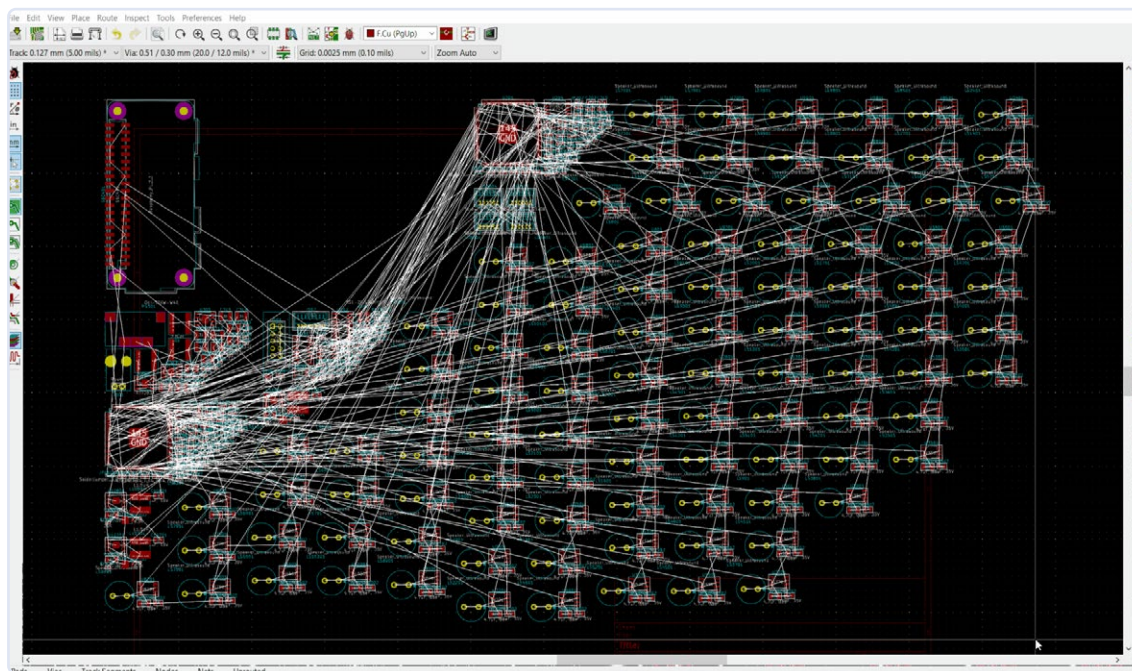
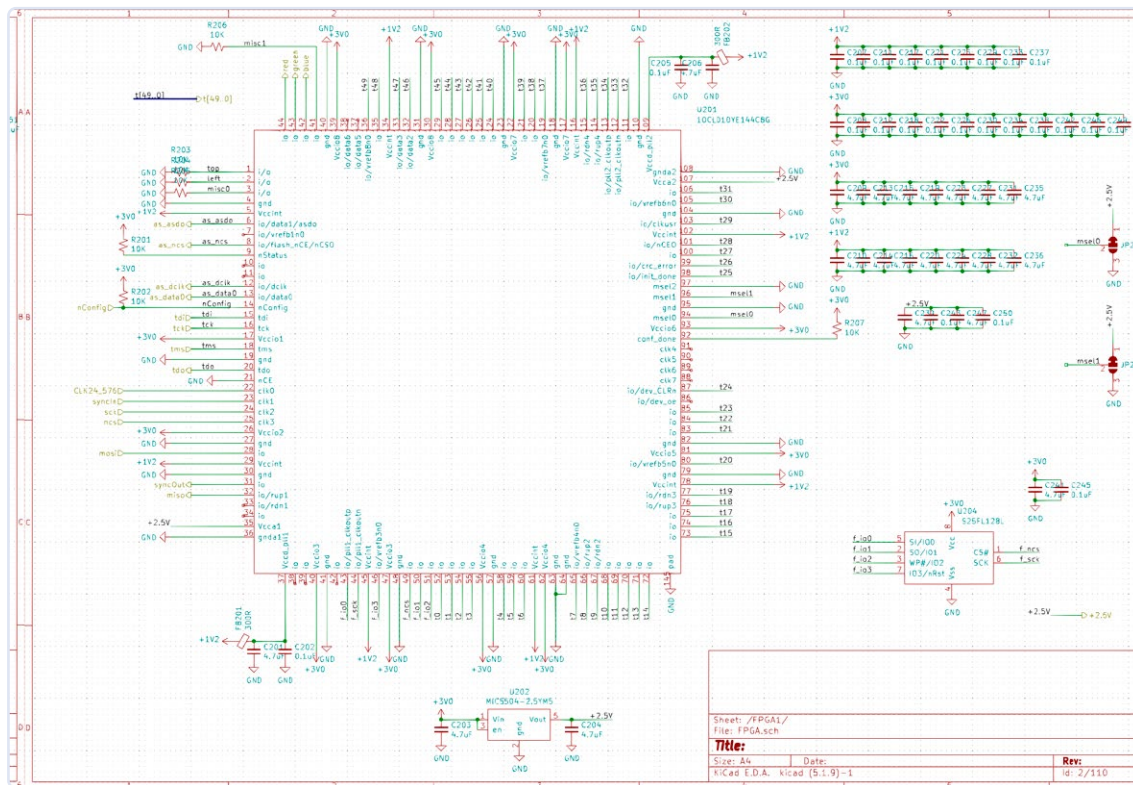
Des questions, des commentaires ?

Si la construction ou une déclinaison future de l'afficheur volumétrique vous intéressent, contactez l'auteur (danfoisy@gmail.com).



Produits

➤ **Kit : lévitateur acoustique de Makerfabs (SKU 19984)**
www.elektor.fr/19984



LIENS

- [1] Luc Lemmens, « Lévitation avec ondes acoustiques » Elektor juillet/août 2022 : <http://elektormagazine.fr/magazine/elektor-267/60601>
- [2] Article original de l'université du Sussex (2019) : <https://sro.sussex.ac.uk/id/eprint/86930/>
- [3] Vidéo du VDATP de l'université du Sussex : <https://youtu.be/Tm8JRI1q50>
- [4] Présentation du LOFAR : <https://www.astron.nl/telescopes/lofar/>
- [5] LOFAR (Wikipédia) : <http://fr.wikipedia.org/wiki/LOFAR>
- [6] Vidéo du VDATP de Dan Foisy, dont le papillon animé : <https://youtu.be/hCC1C5KleUA>
- [7] Télescope spatial MOST : <https://elektor.link/MOSTSpaceTelescope>