



## FINALSPARK : comment utiliser des neurones vivants pour construire les bioprocresseurs de demain ?

**Cette société suisse travaille à entraîner les neurones du cerveau pour faire des calculs et dépasser l'intelligence artificielle classique, tout en réduisant leur impact énergétique. A des fins de recherche, elle a déjà créé une plateforme avec un bio-ordinateur, utilisable à distance, où les chercheurs peuvent tester leurs idées sur les neurones développés par FinalSpark. Une levée de fonds est prévue prochainement pour accélérer la recherche.**

Les modèles d'intelligence artificielle (IA) entraînés sur du matériel numérique nécessitent beaucoup d'énergie et peuvent devenir d'importants émetteurs de CO<sub>2</sub>. C'est pourquoi il est nécessaire de trouver des outils alternatifs économes en énergie.

L'informatique biologique est un domaine dans lequel les ordinateurs sont construits à partir de neurones vivants. En effet, le cerveau humain est une centrale électrique, doté de 86 milliards de neurones et n'utilisant que 20 watts de puissance pour un calcul simple. FinalSpark vise donc à créer une solution avec des réseaux de neurones biologiques, utilisés comme puissance de calcul.

### Deux cofondateurs passionnés

Ingénieur français, Fred Jordan est parti en Suisse pour effectuer son doctorat sur le traitement du signal à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, où il a travaillé avec un autre postdoctorant, Martin Kutter. Après leur doctorat, ils ont créé une première société, AlpVision, qui a développé une application sur smartphone pour la détection des contrefaçons. Forte de contrats signés avec des grandes marques, AlpVision est aujourd'hui le leader mondial des technologies numériques anti-contrefaçon pour l'authentification des produits et la protection contre la contrefaçon. En parallèle, les deux hommes ont souhaité se lancer aussi dans une autre société, plus proche de la recherche fondamentale, liée à des modèles numériques de neurones et des statistiques/mathématiques, en dehors des sentiers classiques du digital et des concurrents.

La société FinalSpark voit le jour en 2014. Un membre de l'équipe a travaillé pendant 4 ans sur des approches différentes d'IA : les neurones à impulsion (ou SNN - Spike/

Spicing neural networks en anglais). En les stimulant digitalement, on obtient des réponses. Il y a plus de 30 ans, Fred Jordan avait fait une première publication sur le sujet. Au lieu d'un état constant, les vrais neurones subissent des petites impulsions et décident ou pas de les retransmettre. Ce sont des modèles dynamiques temporels. Il s'agit donc d'étudier comment les neurones artificiels interagissent entre eux. Une voie d'étude un peu orpheline, car peu explorée, sur laquelle se sont lancés les deux cofondateurs.

### Ingénierie, biologie et chimie pour entraîner les neurones

Au bout de 4 ans de recherche, les scientifiques se sont rendu compte qu'avec des neurones digitaux, les modèles de calcul nécessitent beaucoup d'énergie électrique et l'utilisation de serveurs demandant plusieurs kilowatts de puissance. Pour 5 kilowatts par exemple, il faut rajouter 10 kilowatts de refroidisseur.

Ils réfléchissent alors à une approche disruptive en faisant le lien entre digital et neurobiologie, dans le but d'utiliser le neurone biologique à des fins de calcul. Ils se sont d'abord concentrés sur l'ingénierie en étudiant plusieurs aspects importants autour de :

- La culture cellulaire : comment cultiver des cellules neuronales en laboratoire ;
- L'électrophysiologie : l'interaction des cellules vivantes avec des signaux électriques et l'étude de leur comportement ;
- La microfluidique : comment amener des nutriments, des solutions aqueuses pour nourrir les neurones.

A partir de 2019, Ils construisent leur propre laboratoire de culture cellulaire. Les neurones humains sont connectés ensemble pour former un organoïde cérébral, construit à partir d'environ 10 000 neurones vivants, de 0,5 mm de diamètre, représenté actuellement sur leur site internet. Chaque graphique représente une biopuce unique avec une neurosphère au sein d'un réseau multi-électrodes (MEA). Les chiffres en haut à gauche sont les numéros d'électrodes dans une seule biopuce, et les signaux électrophysiologiques à droite montrent l'activité neuronale en direct de la neurosphère pour l'électrode correspondante. Les électrodes « écoutent » les tissus nerveux et peuvent envoyer des impulsions via des algorithmes mis au point par FinalSpark. Chaque signal est mis à jour toutes les secondes. Une tension électrique est représentée par un



De gauche à droite, le Dr. Fred Jordan et le Dr. Martin Kutter - © FinalSpark

trait. Lorsqu'il y a des pics, ce sont des potentiels d'action propagés par les neurones et captés par les électrodes qui les retranscrivent sur l'écran.

L'utilisation de neurones vivants à des fins informatiques peut d'une part apporter des améliorations dans la généralisation des modèles d'IA, et d'autre part, réduire les émissions de gaz à effet de serre sans sacrifier le progrès technologique. Le facteur attendu est d'un million de fois moins, pouvant servir à n'importe quel type de calcul.

En travaillant avec des cellules souches humaines pluripotentes induites à partir de cellules de peau, les scientifiques sont capables de produire autant de neurones que nécessaire en culture cellulaire. Avec un peu de peau, les cellules se fabriquent en effet rapidement et sont « forcées » à devenir des cellules gliales et neurones du cerveau pour construire des neurosphères. Ces dernières, déjà utilisées pour la recherche biomédicale du cerveau humain, vont être utilisées pour les calculs par FinalSpark. Précisons que le processeur est compostable lorsqu'il ne fonctionne plus.

Au fil du temps, les chercheurs de FinalSpark se sont formés pour utiliser les outils adéquats, cultiver des neurones, enregistrer le premier potentiel d'action (une sorte d'impulsion électrique), et graduellement à faire durer les neurones sur plus de 3 mois. Ils ont aussi travaillé sur la microfluidique, afin que les opérations soient automatisées.

Lors de la crise sanitaire en 2020, ils ont, comme beaucoup, délaissé le labo et travaillé à partir de la maison et se sont rendu compte qu'il était possible de travailler à distance. Depuis, ils ont contacté des universités pour leur proposer de travailler à distance sur des neurones.

Parmi les 33 universités intéressées, ils en ont sélectionné 8, qui collaborent dans un concept d'open innovation, ce qui signifie que les participants travaillent bénévolement à

développer quelque chose ensemble, le seul paramètre déterminant étant la motivation ! Sur les 8 universités retenues, seule l'université Côte d'Azur se situe en France, 4 se trouvent en Angleterre, 2 en Allemagne et une autre aux USA.

Depuis 2023, les scientifiques se concentrent sur l'aspect chimique, alors qu'ils étaient jusque-là plus axés sur l'aspect électrique. Les cellules fonctionnent aussi avec la chimie. Les organoïdes conçus font 500 microns de diamètre avec quelques milliers de neurones. Les chercheurs ont travaillé sur la maîtrise de l'envoi de dopamine à des moments précis dans un but d'apprentissage pour les neurones. Il s'agit d'une sorte de « dressage » au niveau microscopique, qu'ils testent encore actuellement. Utiliser un neurone comme une machine est une première, cela n'a jamais été fait auparavant.

Cependant, contrairement aux ordinateurs numériques, les bio ordinateurs sont des boîtes noires et les chercheurs tentent encore actuellement d'en percer les mystères. A terme, ces bio-ordinateurs seront des outils informatiques de très grande puissance, avec un faible impact énergétique.

Actuellement, FinalSpark arrive à stocker un bit d'information. Cela est comparable aux performances des premiers ordinateurs quantiques qui pouvaient stocker 1 Qbit (bit quantique) de données. Ils disposent ainsi de leur premier « Bbit » (bit biologique). Pour la suite, ils vont utiliser le Deep Learning biologique, en cherchant à entraîner les neurones, comme en IA.

Une publication scientifique ([www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2024.1376042/full](http://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2024.1376042/full)) est sortie dans *Frontiers* en mai 2024, expliquant le fonctionnement de la plateforme technologique de la société. La recherche fondamentale de la société FinalSpark n'a pas fini d'évoluer !

### Accéder à la plateforme de FinalSpark

En attendant, des experts viennent valider leurs idées sur les >>>



Préparation des organoïdes pour leur transfert sur les électrodes - © FinalSpark

neurones développés par FinalSpark, dans le but de les stimuler et de leur apprendre à communiquer, mais aussi de les écouter, avec des approches différentes. Cette approche motive énormément les chercheurs et étudiants (master, post-doc). Par exemple, un étudiant en physique de l'université Côte d'Azur est resté récemment pendant un mois gratuitement au sein du laboratoire de FinalSpark pour manipuler les neurones.

Aujourd'hui, il est possible d'avoir un accès instantané à la Neuroplateforme de FinalSpark, où se trouvent plus de 1 000 organoïdes cérébraux, et d'exécuter ses recherches en bio-informatique à distance depuis son bureau. Si le projet d'un chercheur est sélectionné par FinalSpark, il a un accès gratuit. Dans le cas contraire, il y a la possibilité de forfaits payants.

Sur le site internet, est indiquée la procédure pour collaborer avec FinalSpark, notamment la présentation du projet de recherche par le chercheur demandeur, en prenant en compte le fait de pouvoir travailler à distance. Une fois le projet sélectionné, il aura un espace dédié sur le site internet – le porteur de projet reçoit une formation, un login et peut s'inscrire sur le calendrier fourni pour réserver des plages horaires où il a un accès exclusif gratuit aux neurones.

Inclus dans l'accès :

- Environnement de R&D intégré pour la recherche en bio-informatique
- Accès à distance 24h/24 et 7j/7 à l'organoïde cérébral
- Stimulation neuronale et lecture en temps réel API de programmation pour Python
- Carnet numérique pour la documentation et la recherche
- Stockage et sauvegarde des données
- Soutien technique.

Les industriels peuvent aussi venir effectuer leurs recherches (devis personnalisé).

### Une levée de fonds pour renforcer la structure et poursuivre les recherches

FinalSpark cherche à lever 50 millions d'euros de série A pour la recherche et le renforcement de l'équipe. Son projet est très ambitieux avec des débouchés potentiels énormes, dépassant le biocomputing. Jusque-là, le financement des recherches de FinalSpark provient des bénéfices d'AlpVision.

L'équipe actuelle se compose de 6 personnes : les fondateurs, 2 biologistes et un data scientifique, un neuroscientifique-informatique.

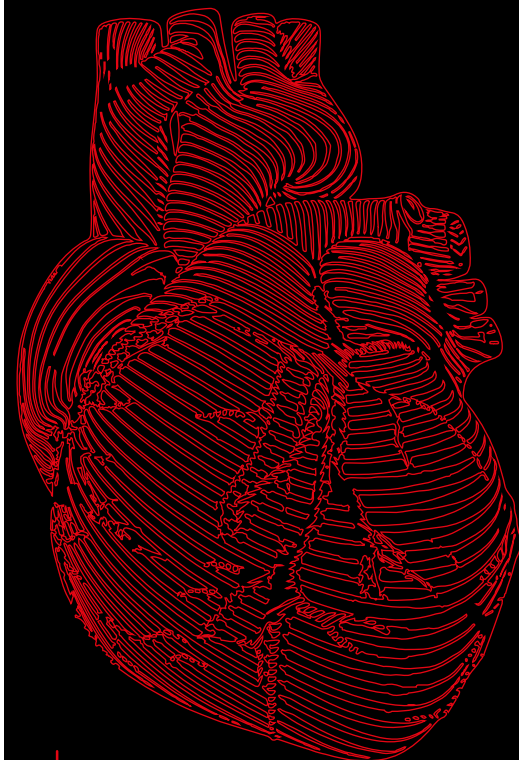
L'entreprise suisse a besoin de faire passer son effectif de 6 à 30 personnes assez rapidement, en recrutant des profils biologistes et data scientifiques (programmeurs et informaticiens, mathématiciens) et des spécialistes en microfluidique. Des profils motivés, volontaires, curieux, passionnés et ouverts d'esprit sont recherchés, car ils collaboreront avec des profils atypiques.

Basée à Vevey, au bord du lac Léman, la société FinalSpark partage le bâtiment de la société AlpVision, sur deux étages. Ses locaux d'environ 200 m<sup>2</sup> comprennent une salle de réunion, un laboratoire d'environ 20 m<sup>2</sup> pour la partie culture cellulaire, un autre labo de conception d'environ 30 m<sup>2</sup>. Parmi les équipements : hotte flux laminaire, centrifugeuse, microscope, incubateur...

FinalSpark s'est donné pour objectif d'effectuer la levée de fonds d'ici fin 2024- début 2025 et de faire en sorte de mieux faire connaître sa spécificité. Actuellement, sa Neuroplateforme est la plus utilisée au monde dans son domaine...

A suivre !

**Contact :**  
**FinalSpark**  
 Vevey - Suisse  
<https://finalspark.com>  
<https://finalspark.com/live/>



## + INNOVATION AU QUART DE TOUR

Notre cœur s'emballer pour les processus durables qui font avancer la recherche et l'économie.

C'est la raison pour laquelle nous avons élargi notre gamme et que, désormais, vous trouverez également chez nous **des imprimantes 3D, des filaments, de la résine et bien plus encore**. Bien sûr que les meilleurs produits. Avec les conseils et le service de Carl ROTH.

**L'innovation commence par le choix du bon partenaire.**

En savoir plus :  
[www.carlroth.com](http://www.carlroth.com)

