



Interview d'Ewelina Kurtys

neuroscientifique conseillère stratégique du projet [FinalSpark](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=heQH3Zx5qVE&t=646s>

Aujourd'hui, nous accueillons Ewelina Kurtys. Peut-être que nous pourrions commencer par une présentation. Vous pouvez sûrement le faire mieux que moi.

-Bonjour, je m'appelle Ewelina Kurtys, je suis neuroscientifique de formation. Depuis quelques années, je travaille avec des technologies, y compris l'intelligence artificielle, principalement dans des applications commerciales.

L'un des projets dans lequel je participe en tant que conseillère stratégique est le projet FinalSpark, dont nous parlerons aujourd'hui. Il s'agit d'une startup suisse qui construit des ordinateurs vivants à partir de neurones humains, un projet fascinant à l'intersection de la biologie, de la neurobiologie, de la technologie et de l'ingénierie.

C'est la raison pour laquelle je me suis intéressée à ce projet il y a environ trois ans. Exactement, l'objectif de ce projet est de mieux comprendre le cerveau humain en simulant son fonctionnement ou de créer une meilleure machine de calcul ? C'est une très bonne question, on nous la pose souvent.

Il est important de dire que notre seul objectif est de construire un ordinateur, donc uniquement la deuxième partie de ce que vous avez mentionné. Beaucoup de gens

demandent si nous voulons créer un équivalent du cerveau humain. Non, ce n'est pas notre intention. Nous ne cherchons pas non plus à comprendre le fonctionnement du cerveau humain. Les méthodes que nous utilisons, comme l'incubation de neurones vivants in vitro en laboratoire, ainsi que la recherche en électrophysiologie, principalement sur l'envoi de signaux électriques aux neurones et la collecte de leurs réponses, sont des méthodes standard en recherche biomédicale depuis de nombreuses années pour comprendre le cerveau humain, par exemple pour trouver de nouveaux moyens de soigner des maladies ou de ralentir le vieillissement. Mais ce n'est pas l'objectif de notre projet ; notre seul objectif est de créer une machine capable de calculer, un dispositif de calcul.

Nous voulons utiliser les méthodes que nous avons apprises auprès des chercheurs en biomédecine, qui sont nos conseillers en recherche. Nous apprenons d'eux les méthodes utilisées en recherche biomédicale, mais nous ne voulons pas faire de recherche biomédicale ; nous voulons construire une machine de calcul. Il est donc important de préciser que nous ne cherchons pas à simuler tout ce qui se passe dans le cerveau humain. Notre projet ne vise pas cela. Il s'agit d'utiliser des composants vivants, les neurones. C'est ce que nous avons en commun avec un cerveau, ce sont aussi des neurones, mais la manière dont ils seront organisés et fonctionneront peut être complètement différente de celle du cerveau humain.

Cela peut sembler contre-intuitif pour certains, de se demander pourquoi compliquer les choses alors que nous avons déjà des ordinateurs. Mais quand j'y pense, on peut comparer cela au travail d'Elon Musk, qui ne veut pas utiliser de capteurs radio dans ses voitures pour analyser l'environnement. Il motive cela en disant que les gens conduisent en utilisant leurs yeux, donc si les voitures doivent être autonomes et utiliser une intelligence artificielle, elles devraient aussi utiliser des caméras.

Si les gens peuvent le faire sans capteurs radio, les voitures devraient aussi pouvoir "apprendre" cela. Je pense que nous avons une approche similaire. Quel est le plus grand succès de votre plateforme jusqu'à présent ? Je pense que le plus grand succès est le fait que nous avons construit une plateforme qui fonctionne 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, et que pratiquement tout le travail dans notre laboratoire est automatisé. C'est un réel succès. Comme mentionné, ce type de recherche est mené dans de nombreux laboratoires à travers le monde, avec des méthodes similaires, mais notre cas est spécial. À notre connaissance, il n'existe pas d'autre laboratoire comme le nôtre, qui soit également disponible 24 heures sur 24, à distance. Je pense que c'est très intéressant.

Nous l'avons initialement fait pour nous-mêmes, pour faciliter notre travail, mais quelque chose de très intéressant en est ressorti : nous avons réalisé que de cette façon, nous pouvions coopérer avec des scientifiques du monde entier. Nous n'avons pas besoin de nous concentrer uniquement sur les chercheurs locaux. La startup est en Suisse, et notre principal réseau de contacts était toujours là-bas, mais maintenant nous collaborons avec huit universités du monde entier. Je pense que c'est le plus fascinant, de voir jusqu'où nous pouvons aller avec une technologie disponible à distance. C'est passionnant.

J'ai moi-même fait de la recherche scientifique expérimentale dans le passé et je sais à quel point c'est difficile quand on doit toujours se rendre au laboratoire, parfois le week-end ou la nuit, car c'est le type de travail que nécessitent les cellules vivantes qui ont leurs propres « règles » et se moquent que ce soit le week-end. C'est un travail vraiment exigeant, mais si vous pouvez l'automatiser, c'est une aide incroyable.

Maintenant, nous pouvons facilement réaliser des expériences la nuit, c'est vraiment fascinant, et les personnes qui travaillent avec nous, grâce au fait que nous sommes disponibles à distance.

Comme pour les ordinateurs traditionnels, nous devons éviter la surchauffe, et vous avez des défis similaires, n'est-ce pas ? Pour que l'ordinateur ne « meure » pas. Oui, absolument, c'est vrai, nous en sommes au tout début. Dire « ordinateur » est un peu exagéré, car pour l'instant, nous n'avons qu'un amas de cellules. Nous avons des neurosphères, qui sont composées d'environ 10 000 neurones chacune. C'est un processus naturel si nous mettons ensemble des neurones en laboratoire, en suivant un protocole spécial. Lorsqu'ils sont proches les uns des autres, ils établissent des connexions.

C'est un processus biologique naturel déjà utilisé en recherche biomédicale. Ce que nous avons actuellement est une « origine » pour un biocompositeur. À l'avenir, nous espérons construire un véritable bioprocédureur. Mais oui, comme ce sont des cellules vivantes, elles meurent, c'est un processus absolument normal. Toute personne ayant déjà travaillé dans un laboratoire in vitro le sait, ces cellules ont une durée de vie limitée, c'est également l'un des défis de notre projet, que nous avons en partie résolu, car nous pouvons maintenir nos neurosphères dans des conditions stables pendant environ trois mois.

C'est un assez grand succès, et c'est grâce à nos solutions brevetées concernant les conditions et la manière de modifier leur environnement sans trop de changements, pour qu'elles puissent vivre le plus longtemps possible. Oui, c'est donc l'un des défis, elles meurent naturellement. Actuellement, nous les « contactons » principalement en utilisant des signaux électriques. Cela signifie que nous leur envoyons des signaux électriques et que nous en recevons également de leur part. Et on peut dire que c'est une sorte de langage, comme les langages de programmation dans les ordinateurs, nous communiquons maintenant avec des cellules vivantes en utilisant des signaux électriques.

C'est quelque chose qui peut aussi tuer les neurones, car si le signal est trop fort — bien sûr, c'est de la biologie — si nous envoyons trop d'électrons, cela peut tuer les cellules vivantes, elles sont fragiles. Mais ce n'est pas si difficile si nous apprenons les règles de base sur la manière de les traiter.

Ce n'est donc pas la partie la plus difficile du projet. La partie la plus compliquée est de comprendre ce langage pour programmer : quels signaux envoyer et comment interpréter ce que nous recevons des cellules vivantes. C'est le plus difficile, je comprends. Une fois, j'ai entendu une idée selon laquelle le silicium et le carbone sont similaires.

Pour ceux qui ne le savent peut-être pas, les ordinateurs sont généralement fabriqués à partir de silicium, et nous sommes faits de carbone. S'il y avait une gravité différente sur Terre, le silicium, qui est plus lourd, pourrait permettre à la vie de se développer à partir de lui, car il existe une grande variété de composés possibles pour chacun de ces éléments, ce qui rend beaucoup de choses possibles pour les deux. Et vos appareils, si je comprends bien, sont construits à partir de carbone ? Peut-être avant que vous répondiez, je vais afficher le site de FinalSpark parce qu'il y a une simulation avec une image pour montrer leur fonctionnement en continu.

Oui, c'est vrai à propos du carbone et du silicium, je pense que j'ai lu des idées similaires dans les livres de Stanislaw Lem. Je ne sais pas si vous vous en souvenez, mais cela disait que le monde pourrait être totalement différent. C'est vrai, les neurones sont vivants, comme nos corps, parce que ces neurones sont les mêmes que ceux de nos corps, principalement constitués de carbone. Ce sont des cellules vivantes faites de composés organiques. C'est vrai, mais je ne suis pas sûre, je ne suis pas physicienne, donc cette question est peut-être un peu trop complexe pour moi.

Je ne sais pas si c'est la principale raison, pour être honnête. Il y a beaucoup d'idées... Je ne sais pas si c'est important que ce soit du silicium ou du carbone. En général, ce qui est important, c'est que les neurones, parce que tout en biologie est plus complexe que les

dispositifs mécaniques, et c'est une règle générale, même si nous regardons un seul neurone vivant, il y a de nombreuses études scientifiques à ce sujet. Si nous examinons chaque détail à l'échelle nanométrique, c'est vraiment compliqué, avec de nombreux gradients, c'est-à-dire des différences entre les concentrations de différentes substances.

C'est ainsi que fonctionnent les cellules biologiques. Elles sont incroyablement complexes. Nous observons le même problème en recherche pharmaceutique, où l'on essaie de développer de nouveaux médicaments et de tester leur comportement dans un organisme vivant. Je sais, même si je ne suis plus toutes les mises à jour dans ce domaine, que c'était toujours un défi, même de reconstruire une seule cellule vivante.

Reproduire en silico le comportement d'une cellule vivante est très difficile, je ne sais pas si cela a été réalisé. Et pour les neurones, ce n'est pas encore accompli, car il existe de nombreux modèles in silico, construits à partir de silicium, où les scientifiques créent différents types de simulations de neurones, mais elles ne sont jamais aussi complexes qu'un neurone vivant. Je pense que c'est surtout cela. Je ne sais pas si c'est une question de carbone contre silicium, c'est difficile à dire, mais c'est une question très intéressante. Je pense que les organismes vivants sont bien plus compliqués parce qu'ils fonctionnent différemment, avec de multiples réactions biochimiques dans différents compartiments. C'est toujours plus compliqué que des puces construites par des ingénieurs.

Pour être honnête, je ne sais pas vraiment si c'est la raison principale, mais oui, nos ordinateurs, du moins leur cœur, seront faits de carbone. Mais je peux également dire que nous ne travaillons pas seulement avec des cellules vivantes, car elles sont encapsulées et connectées à des électrodes, qui elles-mêmes sont reliées à des ordinateurs traditionnels. Donc, en réalité, nous ne travaillons pas seulement avec des cellules vivantes seules ; la technologie traditionnelle à base de silicium est encore impliquée.

Exactement, nous avons déjà commencé à en parler, elles meurent, alors quelle est la durée de vie habituelle de vos ordinateurs ? Et comment est-il possible qu'ils se régénèrent et ne meurent pas complètement ? Actuellement, la durée de vie est de trois mois. Trois mois pour chaque cellule ? Pour chaque cluster, car il ne s'agit pas de cellules uniques mais de clusters de cellules, des neurosphères.

Ce sont des structures rondes visibles sur notre site web, composées d'environ 10 000 neurones. Elles sont simplement vivantes, car, naturellement, les neurones matures ne se multiplient pas. Nos cellules de peau, ou bien d'autres cellules de notre corps, se multiplient naturellement, mais les neurones matures, eux, ne se multiplient pas ; ils sont simplement vivants, et lorsqu'ils meurent, c'est la fin. C'est pourquoi la régénération du cerveau chez les humains est si complexe. Les neurones restent en vie pendant un certain temps, et le plus important est qu'ils soient dans un environnement stable et optimal.

Il s'agit de choses naturelles en biomédecine, comme la température, les nutriments. Ils sont placés dans un liquide spécial qui doit être renouvelé de manière spécifique. On ne peut pas le changer trop rapidement, sinon cela stresserait les cellules à cause du changement trop brusque de l'environnement. Et on ne peut pas non plus le faire trop lentement, sinon elles n'auraient pas assez de nutriments. Ici, les paramètres optimaux et la stabilité sont essentiels, c'est ce qui leur permet de vivre aussi longtemps.

Nous pensons qu'elles peuvent vivre beaucoup plus longtemps, mais pour l'instant, nous nous concentrons sur d'autres types de problèmes dans notre laboratoire. Ce n'est pas notre priorité actuelle de prolonger leur vie, mais nous avons travaillé là-dessus pendant un certain temps et nous avons atteint cette durée de trois mois, ce qui est un assez grand succès pour des conditions in vitro.

Combien d'utilisateurs avez-vous actuellement sur votre plateforme et quelles sont les capacités de calcul qu'elle permet ? Pour les utilisateurs, le principal est notre propre équipe. Nous utilisons la neuro-plateforme le plus souvent et depuis le plus longtemps. Et maintenant, nous avons huit groupes universitaires du monde entier, venant de différents pays.

Chacun de ces groupes est basé en dehors de la Suisse. Ce sont des scientifiques qui ont accès à la plateforme et qui l'utilisent. Nous avons huit groupes à ce jour. Mais nous recevons aussi beaucoup de demandes du monde entier, de personnes qui souhaiteraient l'utiliser pour divers objectifs. C'est pourquoi nous avons ouvert notre plateforme à un usage commercial.

Il est désormais possible, car nous avons tant de demandes que nous ne pouvons pas accorder l'accès à tout le monde. Notre laboratoire est trop petit pour l'instant, mais nous sommes maintenant ouverts à diverses entreprises avec lesquelles nous avons commencé à discuter. Nous avons déjà des clients potentiels, et très bientôt, nous pourrions avoir notre premier client officiel.

De plus en plus de scientifiques et de passionnés nous contactent, voulant utiliser la plateforme et réaliser des expériences avec. Concernant la capacité de calcul, c'est difficile à dire. Je peux seulement dire que nous pouvons mener des expériences 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Elles tournent parfois pendant toute la nuit, et cela génère des téraoctets de données.

Ces données sont principalement constituées de signaux envoyés aux neurones et reçus de leur part : des signaux électriques au fil du temps, des séries chronologiques. C'est difficile à quantifier, mais il s'agit de téraoctets de données, car nous effectuons de nombreuses expérimentations. Quelle est la motivation principale des entreprises qui vous contactent et veulent faire des expériences avec vous ? Vous savez, c'est très varié.

Les entreprises privées veulent savoir ce qui se passe sur le marché. Si elles savent qu'il existe une nouvelle technologie, elles veulent connaître ses possibilités et quand elle sera prête. Est-elle meilleure ? Nous avons eu différentes questions, par exemple si nous sommes plus performants que ChatGPT. Malheureusement non, car nous en sommes à un stade de développement complètement différent.

Nous sommes plus proches de l'informatique quantique. C'est vraiment le début, mais nous sommes encore moins avancés, car le développement de notre domaine a commencé plus tard. C'est donc un domaine avec un énorme potentiel, mais qui en est à ses balbutiements. Nous apprenons encore à utiliser les neurones pour faire des calculs. Nous ne pouvons toujours pas effectuer de calculs réellement utiles sur le plan commercial. Mais cela peut être très utile pour la recherche, et ce sont des entreprises ayant des départements R&D qui viennent nous voir.

Cela peut être très utile, par exemple, pour des projets où l'on souhaite simuler comment les neurones traitent l'information. Il est possible de tester tout cela avec nous sur des neurones vivants. C'est un exemple. Un autre exemple que nous avons observé est qu'il est possible de tester sur les neurones différentes substances. Ce n'est pas notre objectif principal, car cela ne relève pas du calcul, mais de comprendre comment différentes substances affectent les neurones. Comme notre plateforme est automatisée, nous pouvons collecter des données et tout faire facilement grâce à l'automatisation.

Cela représente aussi un produit potentiellement intéressant pour tester différentes substances, par exemple pour leur toxicité. C'est une direction qui n'est pas liée au calcul, mais que nous pouvons explorer sur notre plateforme. J'ai récemment parlé à quelqu'un d'une entreprise australienne, BrainChip, je crois. Ils fabriquent des processeurs en silicium, mais inspirés par le fonctionnement du cerveau humain.

Ils disent que leur avantage est leur faible consommation d'énergie. Ce n'est donc pas vraiment pour des applications comme ChatGPT, mais plutôt pour des applications comme le contrôle de drones. Cela pourrait être un peu effrayant, surtout s'il s'agit de drones militaires. Non, cela ne doit pas forcément être militaire. C'est aux gens de décider comment ils utilisent la technologie.

Les drones peuvent aussi être utilisés pour de bonnes choses. Oui, c'est vrai. Ce que vous dites fait partie de la même ligne de recherche, on pourrait dire, celle de l'informatique non conventionnelle. En général, les scientifiques cherchent des idées pour faire mieux que les ordinateurs numériques. Bien sûr, cet objectif est très ambitieux et difficile à réaliser.

Mais ils tentent de découvrir de nouveaux matériaux, comme nous, car il y a une variété d'idées sur les matériaux à partir desquels on pourrait effectuer des calculs, ou sur la manière d'inspirer les ordinateurs numériques avec le cerveau vivant. C'est aussi intéressant. Et l'un des avantages du cerveau humain, comparé aux ordinateurs numériques, est qu'il utilise très peu d'énergie, par rapport à la complexité des opérations qu'il réalise.

Si l'on voulait simuler un cerveau humain, il faudrait une petite centrale nucléaire. C'est vraiment fascinant de penser que nous pouvons, en utilisant peut-être 20 watts, faire fonctionner notre cerveau. Donc oui, cela peut être un avantage dans le domaine de l'informatique neuromorphique, et pour nos ordinateurs également. L'une des principales raisons pour lesquelles nous croyons en ce projet est l'espoir de construire des ordinateurs capables de traiter une grande quantité de données complexes, en utilisant peu d'énergie.

Il y a aussi des études de recherche à ce sujet, qui estiment que ces ordinateurs pourraient consommer des millions de fois moins d'énergie. Mais ce ne sont pour l'instant que des suppositions, car ces ordinateurs n'existent pas encore. Mais en se basant sur ce que nous savons déjà sur le cerveau humain et les neurones, on peut dire qu'un tel ordinateur utiliserait effectivement moins d'énergie.

Je comprends que cette énergie sert uniquement à induire les signaux, et que le dispositif lui-même puise son énergie à travers le liquide, n'est-ce pas ? C'est une très bonne question, elle est très fondamentale, je dois dire. Nous n'avons pas encore les standards appropriés pour spécifier cela. Vous avez raison, aujourd'hui dans le laboratoire, la plupart des dispositifs entourent les neurones, car les neurones seuls utilisent des calories, comme n'importe quelles cellules vivantes dans le corps.

Elles métabolisent toutes le sucre, donc c'est similaire à n'importe quelle cellule de notre organisme. Ou elles peuvent aussi métaboliser les graisses. Tout cela repose sur les règles de la biologie, sur la manière dont une cellule vivante reste en vie. Et cela représente très peu d'énergie. Mais vous avez raison, beaucoup plus d'énergie est utilisée pour tout ce qui les entoure : le laboratoire, par exemple pour la production de signaux électriques, et pour le maintien de la température, l'éclairage, etc.

Cela consomme plus d'énergie. Mais les neurones seuls consomment très peu d'énergie. Quelle a été pour vous la plus grande surprise de ce projet au cours des trois dernières années ? La plus grande surprise a été la croissance de notre réseau de contacts. Nous étions une petite équipe, et nous nous demandions toujours comment augmenter nos capacités. Nous discutons activement avec des investisseurs.

L'objectif principal est de faire grandir notre équipe pour atteindre nos objectifs de R&D. Mais c'est aussi une surprise de voir comment nous avons construit un réseau mondial avec très peu de ressources, ce qui n'est pas une question d'argent, mais d'idées. C'est ce qui me fascine le plus. C'est un aspect général des startups qui m'a toujours fasciné :

ce qui compte vraiment, c'est la créativité, et pas tant l'argent.

Bien sûr, ce projet n'est pas bon marché, car un laboratoire coûte cher, donc c'est un exemple de projet relativement coûteux. Mais dans les startups, on peut faire beaucoup de choses avec de la créativité, trouver des idées pour réaliser quelque chose à partir de rien, et ce n'est pas toujours une question de dépenses.

Il s'agit plutôt de comprendre le problème et de trouver une solution parfaitement adaptée. Notre problème, par exemple, était d'avoir une petite équipe de R&D, et ce sur quoi nous travaillons est vraiment compliqué, nécessitant beaucoup de travail avec des mathématiciens, des ingénieurs et des biologistes, donc c'est un large éventail d'expertises nécessaires.

Les sujets sur lesquels nous travaillons sont vraiment complexes. Plus il y a de cerveaux impliqués, plus il est probable que nous puissions résoudre le problème plus rapidement. Je pense que c'est ce qui est le plus intéressant : que nous avons pu faire grandir notre équipe de manière "virtuelle" et que des personnes du monde entier contribuent à une meilleure compréhension de notre propre projet et nous aident à avancer.

Nous apprenons d'eux, et ils apprennent de nous.

C'est formidable, merci beaucoup pour notre conversation. Je vous souhaite bonne chance. Merci.