



# L'Institut du cerveau & des Sciences neurologiques

# Table des matières

Résumé	3
L'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques	6
Annexe : détail des centres	8

---

## L'Institut Weizmann des Sciences

L'Institut Weizmann des Sciences à Rehovot, Israël, est l'une des meilleures institutions pluridisciplinaires de recherche scientifique au monde. Connu pour l'exploration de multiples domaines en sciences naturelles et exactes, l'Institut accueille plus de 3 800 scientifiques, étudiants, techniciens et personnels de support. L'Institut concentre notamment sa puissance de recherche sur les moyens de combattre des maladies et la faim dans le monde, sur l'examen de questions d'actualité en mathématiques et informatique, sur la physique de la matière et de l'univers, sur la création de nouveaux matériaux ou encore sur le développement de nouvelles stratégies pour protéger l'environnement.



**Institut Weizmann des Sciences –  
Weizmann France - 1, Villa George Sand,  
75016 Paris -Tél. +33 1 47 04 33 43 -  
[weizmann-france.com](http://weizmann-france.com)**

# Résumé



La fin du 20ème siècle témoigne de progrès incroyables dans la compréhension de l'anatomie, de la physiologie et de la biochimie du cerveau et du système nerveux. Mais de nombreux mystères fondamentaux demeurent non résolus. Les questions les plus urgentes de la neurosciences concernent le fonctionnement du cerveau humain, comment la conscience et la cognition émergent des réseaux neuronaux complexes du cerveau, comment le cerveau répond aux expériences quotidiennes, au stress émotionnel et aux traumatismes physiques, ou encore pourquoi les fonctions cérébrales déclinent avec l'âge ou encore quelles sont les circonstances conduisant aux maladies mentales ou à la neurodégénérescence.

Les neurosciences sont à un véritable carrefour, les découvertes fusent à un rythme effréné. Ces dix dernières années, de nouvelles techniques d'imagerie et de nouveaux outils permettant aux scientifiques de voir, stimuler et enregistrer l'activité du cerveau ont ouvert les portes à des études jusqu'ici irréalisables. Une explosion des connaissances en génomique a encouragé l'exploration des troubles psychiatriques et d'autres problèmes cérébraux. Le lien entre le cerveau et le système immunitaire a entraîné de nouvelles façons d'envisager des maladies comme Alzheimer

et le cerveau s'est avéré être beaucoup plus malléable (plastique) que nous le pensions. Atteindre le dynamisme scientifique nécessaire pour répondre au besoin urgent de solutions exige des partenariats multidisciplinaires et collaboratifs qui combinent neurobiologie de haut niveau et connaissances en chimie, physique, linguistique, informatique et ingénierie, entre autres domaines.

**L'Institut Weizmann des Sciences est parfaitement positionné pour donner le ton, avec pour objectif principal de mieux comprendre le cerveau et ouvrir la voie à de nouveaux traitements des troubles et maladies neurologiques.**

Avec plus de 40 groupes de renommée internationale qui travaillent activement sur des sujets de recherche concernant le cerveau et les neurosciences – incluant des physiciens et des informaticiens, travaillant ensemble au-delà des limites archétypiques des sciences de la vie – l'Institut Weizmann revendique une abondance de cultures, d'approches et d'expertises qui malgré leur diversité sont étroitement liées



**Professeur Alon Chen**  
Président du département  
de neurobiologie de  
l'Institut Weizmann des  
Sciences



**Professeur Rony Paz**  
Directeur du département  
de neurobiologie

**Les résultats parlent d'eux-mêmes.** La publication du numéro de décembre 2019 de *Nature Neuroscience* – la revue la plus importante du domaine – comprenait – c'est un record – trois articles de la même institution : l'Institut Weizmann des sciences. **Dans ce numéro :**

- Le **professeur Alon Chen** a identifié quatre tempéraments distincts chez les souris – comparables aux caractéristiques de la personnalité humaine – et les a reliés à des profils génétiques spécifiques, un grand pas permettant aux scientifiques d'étudier plus en profondeur la santé et les maladies mentales chez les humains.
- Le **professeur Rony Paz** a révélé comment l'apprentissage émotionnel et la mémoire sont représentés dans le cerveau en montrant que des séquences temporelles dans les neurones de l'amygdale servent de mécanisme codant.
- Le **professeur Ofer Yizhar** a utilisé de l'optogénétique de pointe pour suivre la dynamique d'encodage par le cerveau des indices sensoriels sociaux, faisant le lien avec les troubles du spectre autistique.

**D'autres découvertes clef en neurosciences de l'Institut Weizmann :**

- Plus tôt dans l'année, le **professeur Rafael Malach** et le **professeur Michal Irani** ont attiré l'attention des communautés travaillant sur les neurosciences cognitives et systémiques avec une étude d'imagerie cérébrale révélant l'importance de la géométrie faciale dans la façon dont nous percevons les visages humains. Plus tôt dans l'année, le professeur Malach avait découvert un mécanisme neuronal au centre des réponses humaines rapides – des ondulations d'activité rapides dans l'hippocampe du cerveau. L'étude a été publiée dans *Science*.
- Le **professeur Irit Sagi** s'approche d'une enzyme cible prometteuse pour la correction du dysfonctionnement génétique à l'origine du syndrome du chromosome X fragile.
- Le **professeur Michal Schwartz** est un des pionniers de la théorie révolutionnaire de « l'auto-immunité protectrice » qui attribue un rôle au système immunitaire dans le soutien de la fonction cognitive, de la stabilité mentale, du renouvellement et de la réparation cellulaire, et dans le combat contre les maladies neurodégénératives comme Alzheimer.
- Le **professeur Noam Sobel** a utilisé le puissant système d'imagerie à résonance magnétique 7 Tesla de l'Institut Weizmann pour montrer que l'olfaction est possible sans bulbes olfactifs.
- Le **professeur Shimon Ullman**, lauréat du Prix Israël en 2015, cherche à réduire l'écart entre les capacités de reconnaissance visuelle des humains et les systèmes d'intelligence artificielle que lui et son équipe construisent.
- Le **professeur Nachum Ulanovsky** et le **docteur Yaniv Ziv** ont fait des découvertes clefs sur les « cellules de localisation » dans le cerveau permettant une avancée importante dans la compréhension de la maladie d'Alzheimer et de la démence. La première découverte de ces cellules a reçu le Prix Nobel de physiologie ou médecine en 2014

## L'Institut Weizmann des Sciences lance l'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques, une initiative phare pour accélérer les recherches en neurosciences en rassemblant et augmentant l'expertise d'excellence en neurosciences et l'infrastructure de l'Institut.



**L'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques** va promouvoir l'esprit interdisciplinaire et créer la proximité physique nécessaire pour favoriser les interactions entre les différents niveaux de recherche, mais aussi la collaboration avancée entre scientifiques et médecins du pays. L'Institut national Azrieli pour l'imagerie et la recherche sur le cerveau humain et son système 7 Tesla ont déjà permis la création d'un réseau de recherche national dont l'épicentre est l'Institut Weizmann. Ce nouveau projet phare va être un levier pour ce développement d'excellence.

L'Institut Weizmann développe cette démarche en optimisant le talent de ses chercheurs et personnels et en utilisant le nouvel institut pour attirer les meilleurs et les plus brillants neuroscientifiques du monde.

L'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques sera un puissant aimant national pour attirer et renforcer les recherches en neurosciences partout en Israël.

L'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques – un projet à 200 millions de dollars – prendra forme en deux étapes :

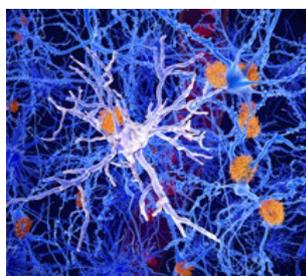
1. Construction d'un nouveau bâtiment qui servira de pôle aux activités, aux installations et aux technologies de pointe en neurosciences.
2. Mise en place de mécanismes incitant, facilitant et amplifiant le travail collaboratif entre les différentes disciplines.

L'Institut comprendra sept centres de recherche intégrés et un centre additionnel pour les technologies innovantes.

L'Institut Weizmann des Sciences est à la recherche de partenaires philanthropiques pour participer à la création de l'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques, et propose de multiples formes de reconnaissance.

# L'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques

Avec des milliards de neurones étroitement interconnectés dans un réseau élaboré, le cerveau est l'organe le plus complexe de notre corps – avec un design plus élégant que n'importe quel ordinateur actuel. Cette énorme complexité est reflétée par la nature interdisciplinaire des neurosciences modernes qui combinent de multiples domaines de la biologie et des innovations en chimie, informatique, linguistique, physique, psychologie et ingénierie.



Réaliser pleinement la promesse de la recherche en neurosciences pour comprendre et démystifier le cerveau – sain ou malade – nécessite des échanges intellectuels entre les scientifiques de différents domaines. La meilleure façon d'assurer les collaborations nécessaires pour des avancées transformatrices en neurosciences est de promouvoir les interactions directes entre les scientifiques.

La conception de l'Institut Weizmann des Sciences permet naturellement de telles interactions grâce à sa petite taille et à ses frontières perméables entre les départements. En effet, alors que les membres du département neurobiologie et leurs laboratoires sont dispersés dans différents bâtiments, de nombreux chercheurs d'autres départements – **plus de 40 au total** –

mènent des recherches relevant du domaine des neurosciences à tous les niveaux d'analyse. Nos experts en biologie cellulaire et moléculaire, en immunologie, en génomique, en biologie systémique et en neurosciences cognitives conduisent des recherches sur tout le spectre évolutif – des travaux sur les vers, les insectes et les poissons aux études sur les souris, les chauves-souris, les primates et les êtres humains, jeunes ou vieux, hommes ou femmes, les populations cliniques comme les sujets sains témoins. Nos ingénieurs informaticiens mènent des recherches de pointe sur l'intelligence artificielle. Et nos physiciens et nos chimistes développent de nouvelles méthodes technologiques – pour visualiser le cerveau en action par exemple.

Si toutes ces forces pouvaient ne faire qu'une, le résultat serait une entité dont le tout serait meilleur que la somme de ses différentes parties prises individuellement. Le nouvel Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques créera cette synergie. Il accélèrera la recherche pluridisciplinaire en cristallisant à l'Institut Weizmann la connaissance,

l'expertise et l'infrastructure pour les neurosciences au sein d'un meilleur tout collaboratif et intégré – un environnement unique de proximité physique qui favorisera une puissante énergie synergique et catalysera les découvertes au bénéfice de l'humanité.

Afin de permettre aux scientifiques de l'Institut Weizmann de faire avancer leurs recherches innovantes en neurosciences, l'Institut prévoit de construire un nouveau bâtiment qui accueillera les laboratoires, tous les nouveaux équipements et les installations centrales du service de recherche – avec un design moderne qui encouragera des interactions régulières entre personnels et étudiants. **Le bâtiment servira de pôle pour toutes les activités de l'Institut sur le cerveau et les sciences neurologiques, notamment la formation des étudiants ou les conférences et symposiums nationaux et internationaux.** L'Institut financera et promouvra la recherche sur la neurobiologie humaine, chez les malades comme les sujets sains, en cernant ses bases, favorisant les études dictées par la curiosité, les recherches sur des modèles précliniques et la recherche translationnelle.

L'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques sera composé de huit centres de recherche intégrés ainsi que d'un centre pour les technologies innovantes. Des informations plus détaillées sur ces centres figurent en annexe

### Centre pour la recherche sur le développement des réseaux neuronaux

*Comment le cerveau, avec tous ses réseaux neuronaux complexes, se développe-t-il ? Qu'arrive-t-il quand le processus ne se déroule pas comme prévu ?*

### Centre pour la recherche sur la perception et l'action

*Comment ressentons-nous et comment le cerveau combine-t-il les informations reçues par différents moyens sensoriels pour donner une image finale cohérente ?*

### Centre pour la recherche sur la santé mentale et émotionnelle

*Qu'est-ce qui provoque les maladies mentales ? Qu'est-ce qui favorise la résilience ? Et de quelle façon peut-on manipuler ces processus ?*

### Centre pour la recherche sur l'apprentissage, la mémoire et la cognition

*Comment notre cerveau fait-il que nous sommes Nous ? Et comment pouvons-nous « réparer » le cerveau quand son activité vacille ?*

### Centre pour la recherche sur le vieillissement cérébral

*Comment le cerveau se transforme-t-il durant le processus de vieillissement ? Ce processus peut-il être stoppé ou inversé ?*

### Centre pour la recherche sur la neurodégénérescence

*Quelles sont les causes et les trajectoires des maladies neurodégénératives ? Et comment peut-on les empêcher et les soigner ?*

### Centre pour la recherche sur les blessures et la régénération

*Qu'arrive-t-il au système nerveux quand il est touché ? Comment pouvons-nous réparer les dommages du cerveau et de la moelle épinière ?*

### Centre pour la neuroscience informatique et théorique

*Quel est le « langage » – le code neuronal – utilisé par les centaines de milliards de neurones du cerveau ? Comment ce langage permet-il au cerveau d'accomplir les calculs complexes qui nous rendent humains ? De quelle façon les « bugs » dans le code sont-ils à la source de maladies neurologiques ?*

### Centre pour le développement de technologies innovantes

*Quelles nouvelles technologies vont accélérer le rythme des découvertes neuroscientifiques ?*

## Faire progresser notre vision



Les scientifiques de l'Institut Weizmann des sciences ont contribué à plus de 500 articles de référence en neurosciences sur ces seules cinq dernières années et dont de nombreux articles ont déjà été cités plusieurs centaines de fois. A partir des paires de bases de l'ADN jusqu'au chevet des malades, du domaine émergent de l'intelligence artificielle aux avancées technologiques dans la modélisation et la clarification des paysages neuronaux, les neurosciences sont sur la piste d'envol. Et avec la mise en place de **l'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques**, l'Institut Weizmann des Sciences est prêt à décoller.

**L'Institut Weizmann des Sciences vous invite à collaborer avec nous.**

# Annexe : détail des centres

## 1 | Centre pour la recherche et le développement des réseaux neuronaux

Comment le cerveau, avec tous ses réseaux neuronaux complexes, se développe-t-il ? Qu'arrive-t-il quand le processus ne se déroule pas comme prévu ?

Le cerveau d'un adulte est un réseau complexe de près de 100 trillions de connexions entre des milliards de neurones. Le fonctionnement correct de ce réseau demande un câblage efficace des circuits, optimisé mais assez flexible pour faire face aux incertitudes de la vie quotidienne.

**Comment le cerveau, avec tous ses réseaux neuronaux complexes, se développe-t-il ? Qu'arrive-t-il quand le processus ne se déroule pas comme prévu ?** Les scientifiques de l'Institut Weizmann associés à ce centre vont étudier un ensemble de sujets liés à ces questions. Ces recherches vont révéler comment s'effectue la diversification d'un type particulier de neurones pendant le développement, comment les neurones migrent jusqu'à leur position finale et comment les extensions neuronales sont guidées sur de longues distances jusqu'à leur cible. Les sujets vont inclure la compréhension de la formation des connexions neuronales (synapses), le remodelage des synapses et des circuits, le développement des différences sexuelles dans les réseaux neuronaux, le rôle des cellules de soutien (par exemple les cellules gliales et les gaines de myéline) et le métabolisme neuronal.

Les scientifiques de ce centre vont bénéficier de diverses technologies, incluant une gamme de modèles précliniques de maladies de différents organismes mais aussi des amas de neurones humains miniatures ou organoïdes (voir le centre [9] plus loin). Cette recherche sera à la base d'une meilleure compréhension de nombreux maladies ou troubles – de l'épilepsie au syndrome de l'X fragile en passant par un certain nombre de maladies mentales (voir le centre [3]) – pour lesquels il existe des preuves convaincantes situant leur origine dans des irrégularités du développement du cerveau.

## 2 | Centre pour la recherche sur la perception et l'action

Comment ressentons-nous ? Et comment le cerveau combine-t-il les informations reçues par nos sens pour donner une image finale cohérente ?

Les êtres humains ont un insatiable appétit sensoriel – et notre survie en dépend. Nous éprouvons littéralement du plaisir à apprendre de nouvelles choses et notre espèce adore voir des scènes, entendre des sons, goûter de la nourriture, toucher et sentir notre environnement, tout ce qui nous apporte information et nouveauté. La perception sensorielle permet l'assimilation immédiate de l'information, contrôlant nos comportements pour assouvir notre curiosité insatiable.

**Comment ressentons-nous ? Et comment le cerveau combine-t-il les informations reçues par nos sens pour donner une image finale cohérente ?** Ces questions seront au cœur des recherches faites dans ce centre.

Les scientifiques de l'Institut Weizmann explorent de nombreuses formes de processus sensoriels liés à la vue, l'ouïe, l'odorat, le goût et le toucher, ainsi que l'intégration sensorimotrice et la navigation. Le but de ce centre est de développer une compréhension globale de la façon dont les informations sensorielles sont traduites en actions. En parallèle, les scientifiques du centre vont chercher à dévoiler le processus de l'action motrice – de la décision de faire une action prise dans les zones du cerveau supérieur, à l'exécution d'un mouvement via des commandes transmises à la moelle épinière, suivie de l'activation musculaire. Les actions délicates que nous pouvons accomplir comme l'écriture ou la danse nécessitent une planification précise et l'exécution de séries de calculs et de cascades neuronales – qui seront étudiées dans ce centre.

En outre, le travail de ce centre éclairera la recherche sur les troubles sensoriels et moteurs depuis la cécité, l'insensibilité à la douleur et l'alopécie congénitale ou liée à l'âge, jusqu'à la paralysie et la dysgraphie (voir le centre [5]). L'approche globale de ce centre permettra de développer des techniques de substitution sensorielle, d'atténuer les douleurs chroniques et de surmonter les troubles moteurs majeurs comme la maladie de Parkinson (voir le centre [6]), mais également de développer des technologies sensorielles artificielles, comme les bras robotiques et les interfaces cerveau-machine.

### 3 | Centre pour la recherche sur la santé mentale et émotionnelle

Qu'est-ce qui provoque les maladies mentales ?

Qu'est-ce qui favorise la résilience ? Et de quelle façon peut-on manipuler ces processus ?

L'Organisation Mondiale de la Santé estime que nous perdons 7,4% d'espérance de vie générale à cause de maladies, d'invalidités ou de morts prématurées provoquées par des maladies mentales, comme la dépression, l'anxiété, la schizophrénie, les troubles bipolaires ou d'autres conditions invalidantes. Les maladies mentales sont la troisième cause médicale la plus coûteuse en termes de dépense globale en soins de santé, derrière les maladies cardiaques et les blessures traumatiques.

**Qu'est-ce qui provoque ces maladies mentales ? Qu'est-ce qui favorise la résilience ? Et de quelle façon peut-on manipuler ces processus ?** Les réponses à ces questions ne sont que le sommet de l'iceberg que les scientifiques comptent explorer dans son entier. Les neuroscientifiques de l'Institut Weizmann étudient depuis longtemps la façon dont les réseaux neuronaux dans le cerveau traitent les émotions, créent des souvenirs sensoriels et modèrent et régulent l'expression émotionnelle, afin de trouver des pistes sur la façon dont ces processus humains uniques se produisent ou dysfonctionnent. Certains scientifiques utilisent des méthodes moléculaires, biochimiques, génétiques et comportementales appliquées à des modèles précliniques de pointe afin d'explorer les chemins neuronaux. D'autres chercheurs utilisent plutôt des techniques de psychophysique et des technologies d'imagerie cérébrale chez des humains et d'électrophysiologie chez des animaux afin de découvrir les réseaux liés aux émotions, au niveau de chaque neurone du cerveau et comprendre la façon dont ces réseaux dysfonctionnent dans le cas de maladies mentales.

Ce centre va stimuler ces recherches grâce à une combinaison unique de méthodes et d'approches afin de mettre en lumière les mécanismes et les propriétés de base de la régulation émotionnelle – non seulement dans le contexte de maladies, mais aussi pour la résilience mentale et le bien-être. L'échange d'expertises complémentaires encouragé par ce centre apportera des informations qui aideront à promouvoir la résilience mentale, à prévenir les maladies mentales et à trouver de nouvelles cibles de traitement du cerveau lorsqu'une maladie apparaît.

## 4 | Centre pour la recherche sur l'apprentissage, la mémoire et la cognition

Comment notre cerveau fait-il que nous sommes Nous ? Et comment pouvons-nous « réparer » le cerveau quand son activité vacille ?

La marque de fabrique de l'évolution humaine est le développement de fonctions cognitives complexes comme l'apprentissage, la formation de souvenirs, la prise de décision, l'attention et la conscience, le comportement social et les interactions de groupe.

**Comment notre cerveau fait-il que nous sommes Nous ? Et comment pouvons-nous « réparer » le cerveau quand son activité vacille ?** Les recherches associées à ce centre auront pour objet la réponse à ces questions et la découverte de leurs liens avec les troubles cognitifs, la démence, l'amnésie, les difficultés d'apprentissages et les maladies mentales.

Le cerveau humain peut faire des calculs complexes qui surpassent de loin les capacités des toutes les machines modernes actuelles. Comprendre le processus du travail de la mémoire, l'impact de l'attention, la consolidation et le stockage de certains souvenirs – alors que d'autres sont supprimés ou effacés –, la prise de décision optimale et les implications liées à ce nouveau domaine qu'est la neuro-économie – répondre à ces questions nécessite une étude intégrée de l'activité du cerveau. Nous avons de plus besoin de l'expertise de théoriciens et d'ingénieurs informaticiens pour développer des algorithmes et des modèles informatiques de cognition. Une telle expertise, combinée à celle des neuroscientifiques, pourrait ouvrir la voie à un machine learning plus perfectionné et à des technologies « intelligentes » (voir également les centres [3], [5], [6], [8] et [9]).

## 5 | Centre pour la recherche sur le vieillissement cérébral

Comment le cerveau se transforme-t-il durant le processus de vieillissement ?

Tandis que sciences et technologies médicales continuent d'augmenter l'espérance de vie humaine, les sociétés et les individus doivent faire face à une conséquence inévitable : la détérioration mentale et physique liée au vieillissement pour des individus en bonne santé, sans parler de la prédisposition aux maladies neurodégénératives liées à l'âge.

**Comment le cerveau se transforme-t-il durant le processus de vieillissement ?** Ce processus peut-il être stoppé ou inversé ? Les scientifiques de l'Institut Weizmann associés à ce centre exploreront ce genre de questions sous différents angles.

Les changements du cerveau au cours du vieillissement et l'impact sur les fonctions cérébrales dans le cas de maladies liées à l'âge sont des problématiques encore peu connues. Les scientifiques associés à ce centre vont chercher à développer une compréhension fondamentale du mécanisme de vieillissement chez des individus sains et des individus malades. Certains scientifiques de l'Institut Weizmann ont déjà combiné des études fonctionnelles, structurelles et moléculaires sur le vieillissement cérébral et mènent des analyses comportementales sur des modèles précliniques afin d'orienter le développement de nouvelles approches thérapeutiques.

Par une collaboration étendue entre différents domaines et disciplines, les équipes associées à ce centre vont continuer de faire progresser notre compréhension de ce qui dirige le processus de vieillissement et les résultats physiologiques du vieillissement du cerveau, et arriver à des traitements potentiels des troubles liés à l'âge.

## 6 | Centre pour la recherche sur la neurodégénérescence

Quelles sont les causes et le cheminement des maladies neurodégénératives ? Et comment peut-on les prévenir et les soigner ?

Le cerveau est le centre qui contrôle et commande le corps et il se détériore de façon anormale dans le cas de la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson, la sclérose amyotrophique latérale, la sclérose multiple et la maladie de Huntington. Toutes ces maladies sont caractérisées par la perte inexorable de la cognition et de la mémoire, des changements comportementaux et une incapacité à contrôler les fonctions du corps. Les maladies neurodégénératives ont pour conséquences des problèmes chroniques, invalidants et de longue durée, extrêmement coûteux – économiquement ou socialement. L'Institut Weizmann des Sciences a identifié la recherche pour la prévention et la réparation de la neurodégénérescence comme étant une priorité pour la science et pour la médecine.

### **Quelles sont les causes et le cheminement des maladies neurodégénératives ? Et comment peut-on les prévenir et les soigner ?**

La découverte de solutions aux problèmes de la neurodégénérescence sera au cœur des recherches menées dans ce centre.

Ce centre servira de plateforme scientifique pour la découverte des mécanismes de base de l'intégrité cérébrale, leur échec dans le cas de la neurodégénérescence et les moyens d'amélioration potentiels. L'Institut Weizmann possède un historique impressionnant de découvertes cruciales depuis les embryons de recherche fondamentale jusqu'au développement de thérapies pour la sclérose multiple. Plus récemment, des scientifiques de l'Institut Weizmann ont fait des découvertes avant-gardistes sur le rôle du système immunitaire dans le cas de la maladie d'Alzheimer, et sur les facteurs génétiques qui lient neurodégénérescence pédiatrique (dans le cas de la maladie de Tay-Sachs et de la maladie de Gaucher) et neurodégénérescence de l'adulte (maladie de Parkinson).

La recherche ~~de~~ dans ce centre tirera parti des avancées en matière de développement, de systèmes sensorimoteurs, de mémoire et d'âge réalisées par les centres frères et leur remontera des informations clés sur ses découvertes sur les mécanismes moléculaires, cellulaires, génétiques et systémiques à la base du fonctionnement du système nerveux.

## 7 | Centre pour la recherche sur les blessures et la régénération

Qu'arrive-t-il au système nerveux quand il est touché ?  
Comment pouvons-nous réparer les dommages du cerveau et de la moelle épinière ?

Contrairement à la croissance expansive et à l'adaptation des neurones dans les premiers stades de notre développement, les neurones du système nerveux central ne bénéficient pas ou peu d'une régénérescence à la suite d'une blessure à l'âge adulte, par exemple celle de la moelle épinière. Cet échec de résilience est attribué à une combinaison de facteurs extrinsèques inhibiteurs – comme une lésion traumatique – et à la perte de notre capacité intrinsèque de croissance.

**Qu'arrive-t-il au système nerveux quand il est touché ? Comment pouvons-nous réparer les dommages du cerveau et de la moelle épinière ?** Ces questions font partie de celles qui mobiliseront ce centre.

Les scientifiques de l'Institut Weizmann utilisent de nombreuses méthodes pour comprendre le rôle de chacun de ces différents facteurs afin de trouver une méthode pour « convaincre » les neurones endommagés de se régénérer. Les recherches associées à ce centre aborderont des questions fondamentales telles que la réponse aux blessures et le potentiel de croissance du tissu neuronal endommagé – qui dépend du neurone lui-même mais aussi du support qu'il reçoit des tissus qui l'entourent. Les chercheurs étudieront également des organismes comme les poissons et les amphibiens dont les neurones se régénèrent bien plus efficacement que ceux des mammifères.

## 8 | Centre pour la neuroscience informatique et théorique

Quel est le « langage » – le code neuronal – utilisé par les centaines de milliards de neurones du cerveau ? Comment ce langage permet au cerveau d'accomplir les calculs complexes qui nous rendent humains ? De quelle façon des « bugs » dans le code sont à la source de maladies neurologiques ?

Les neuroscientifiques informaticiens et théoriciens se posent des questions sur les principes sur lesquels reposent l'organisation des circuits neuronaux, le codage neuronal et le traitement de l'information par le cerveau – et l'impact sur le comportement qui en résulte. Leurs recherches ont pour but de révéler comment les circuits neuronaux se forment, fonctionnent et apprennent, et comment ils pourraient être corrigés quand ils sont endommagés – ou même améliorés.

**Quel est le « langage » – le code neuronal – utilisé par les centaines de milliards de neurones du cerveau ? Comment ce langage permet au cerveau d'accomplir les calculs complexes qui nous rendent humains ? De quelle façon des « bugs » dans le code sont à la source de maladies neurologiques ?** Les réponses se dessinent dans des disciplines comme les mathématiques, l'informatique, la physique et même la psychologie. La recherche sur la conception des circuits neuronaux touche à des questions informatiques fondamentales liées à la théorie des graphes et des réseaux mais également à des questions de physique liées aux théories des systèmes dynamiques ou encore à des questions de biophysique théorique qui testent les limites de notre « disque dur » neuronal dans son ensemble. Les efforts pour comprendre comment de grands groupes de neurones représentent et traitent l'information – c'est le code neuronal – nécessitent de la théorie de l'information et des modèles de comportement collectifs. D'autres disciplines sont également essentielles comme l'intelligence artificielle et le machine learning ou encore la théorie de la décision et l'économie comportementale (voir le centre [4]).

Les recherches associées à ce centre vont utiliser des outils mathématiques venant de la physique statistique, des systèmes dynamiques, du machine learning et de la théorie de l'information afin de créer de nouveaux modèles et théories sur la fonction cérébrale. Grâce à une collaboration intensive avec des laboratoires expérimentaux, ces nouvelles théories et ces outils de calcul vont être testés et affinés. De plus, les outils de calculs créés pour analyser le big data – comme ceux produits dans le cadre d'études sur la génomique, la perception, la cognition et l'imagerie cérébrale (voir les centres [1], [2], [4] et [9]) – vont ouvrir de nouvelles frontières expérimentales et les modèles théoriques permettront de comprendre la conception et le fonctionnement des circuits neuronaux. Cela aura un impact sur notre vision de certaines pathologies et sur la conception de médicaments (voir le centre [6]).

## 9 | Centre pour le développement de technologies innovantes

Quelles nouvelles technologies vont accélérer le rythme des découvertes neuroscientifiques ?

Les scientifiques de l'Institut Weizmann ont une longue histoire dans le développement de technologies révolutionnaires ensuite utilisées par la communauté internationale des neurosciences.

**Ce centre va concentrer cette expertise et va devenir une référence dans le développement des nouvelles technologies et techniques, nécessaires à l'accélération du rythme des découvertes faites dans tous les centres de l'Institut pour le cerveau et les sciences neurologiques.**

La création de ces technologies nécessite une collaboration étroite entre biologistes, physiciens, chimistes, ingénieurs et informaticiens. Les experts vont travailler ensemble afin d'identifier les problèmes particuliers, réfléchir aux solutions puis concevoir et construire ces solutions. Ces technologies vont inclure :

- De la neuro-génomique
- De la microscopie et d'autres technologies de visualisation (comme l'optogénétique)
- De l'imagerie non invasive et des techniques de modulation du cerveau humain
- Des approches innovantes de culture de tissu cérébral (comme les « organoïdes » ou de « mini cerveaux »)
- Des banques de tissus cérébraux
- De l'intelligence artificielle/big data et du machine learning
- De l'homogénéisation et du partage de données

Le centre va également avoir un impact sur les capacités existantes des infrastructures de pointe de l'Institut Weizmann des Sciences, notamment l'Institut M. Judith Ruth pour la recherche préclinique sur le cerveau et l'Institut national Azrieli pour l'imagerie et la recherche sur le cerveau humain.

*Pour toute information, merci de contacter David Weizmann, directeur général de Weizmann France au + 33 6 30 24 67 65 ou par email : [david.w@weizmann-france.com](mailto:david.w@weizmann-france.com)*