

# SCIENCE et TECHNOLOGIE



*Zsuzsi Makkai*

*The author explains the mental process that happens before a research project is started and how the project can be finished successfully. She also describes the basic differences between scientific and technological research.*

La technologie n'a jamais, dans toute l'histoire humaine, été si présente dans la vie quotidienne que depuis ces 10 ou 15 dernières années. Les ordinateurs jouent un rôle dans presque tous les magasins, les banques, les hôpitaux et même dans les automobiles. Des appareils, comme la radio, une fois compris (du moins jusqu'à un certain point) se sont transformés pour atteindre une plus grande efficacité. C'est alors que notre compréhension de leur fonctionnement en a été d'autant diminuée. Quand la radio était faite à partir d'un cristal et d'un simple circuit, elle pouvait alors être construite par toute personne qui désirait se délasser en apprenant. Les théories scientifiques étaient divulguées par des revues spécialisées, lues par des spécialistes de ces champs d'investigation. A cause du développement des moyens de communication, nous sommes maintenant bombardés par le compte-rendu des toutes dernières découvertes scientifiques. Nous sommes exposés aux deux courants, scientifique et technologique, n'en comprenant d'ailleurs ni l'un ni l'autre . . . ou presque. En construisant une radio avec cristal, on pouvait en comprendre le fonctionnement. Je ne peux vous proposer de construire un ordinateur afin d'en comprendre le fonctionnement. Nous apprenons à les apprivoiser par l'emploi systématique de leurs capacités. Cependant notre compréhension de la science s'arrête aux entrefilets d'une revue ou d'une

*Photo: Ontario Women's Directorate Resource Centre*

communication. Je voudrais donc vous parler un peu de la science.

Je vais essayer de vous expliquer comment se fait la recherche scientifique en reconstruisant le processus mental qui précéda un de mes projets de recherche. Le champ d'investigation est la neuro-science, c'est-à-dire la science qui a pour objet le système nerveux et ses relations avec le corps humain. En d'autres mots, le genre de question : "Comment ça fonctionne" est posé au sujet du corps, des muscles, des poumons, etc. mis en relation (d'une façon directe ou indirecte) avec le cerveau, les nerfs, etc.

En quoi consiste la recherche en neuro-science? La réponse est simple: poser une question et essayer d'y répondre.

Dans mon cas, étant fascinée par la théorie de l'information, je décidai que la question devait être la suivante: "Comment l'information est-elle traitée par le cerveau?". Tout ce que je savais au sujet du cerveau, c'est qu'il se trouvait à l'intérieur du crâne. Comme je trouvais cette connaissance quelque peu rudimentaire, je pris des cours, j'ai lu des livres et des communications scientifiques en physiologie, en neuro-physiologie, et je m'informai des modèles déjà proposés pour le système nerveux. Je décidai aussi de limiter mes études au système visuel qui comprend l'oeil, les nerfs connectant la rétine au cortex visuel (une partie du cerveau servant plus ou moins à mettre de l'ordre dans les impressions reçues par la rétine, par exemple les messages et les images), les neurones connectés aux muscles de l'oeil, les centres des messages concernant le travail des muscles de l'oeil, et finalement les muscles des yeux.

On constate facilement que plusieurs questions de "comment" et "pourquoi" peuvent être posées au sujet de ce système. Par exemple: "Comment voyons-nous?", "Pourquoi avons-nous deux yeux?", "Comment voyons-nous avec un oeil?", "Comment bougeons-nous les yeux?", "Quand et pourquoi bougeons-nous les yeux?". Toutes ces questions ne peuvent être retenues comme point de départ d'une recherche. La question posée doit être précise. Et le chercheur doit pouvoir prévoir et formuler une réponse possible à cette question. La paire question-réponse est alors prise comme hypothèse de travail et le but de la recherche est d'essayer

de prouver cette hypothèse de travail.

Il n'est pas simple de poser une question. Il est encore plus compliqué de trouver une bonne paire "question-réponse". Ma première question au sujet du système visuel humain se développa de la façon suivante. Nos yeux bougent constamment. Ils bougent quand nous les bougeons pour voir décoller un avion, mais ils bougent aussi alors que nous ne nous en apercevons pas, quand nous fixons une figure ou un objet. Je ne pouvais poser aucune question commençant avec "pourquoi", jusqu'à ce que je connaisse mieux le phénomène lui-même. J'ai, ensuite, formulé ma "question-réponse" de la façon suivante: "Quel type de régularité affecte ce mini-mouvement de l'oeil?" – "La régularité de l'horloge". Autrement dit, mon hypothèse de travail devenait: les mini-mouvements de l'oeil sont aussi réguliers que le tic-tac de l'horloge. Il s'agissait maintenant d'essayer de la vérifier.

On peut mesurer les mouvements des yeux assez facilement au moyen d'ordinateurs, d'électrodes et d'amplificateurs. Pour m'aider à trouver une solution à mon problème, je fis l'expérience suivante: je demande à des amis de fixer un objet; pendant qu'ils fixent cet objet, j'étudie le mouvement de leurs yeux et un ordinateur trace l'image dessinée par les différentes positions de l'oeil. Je mesure le temps précis entre les occurrences des mini-mouvements et j'essaie de trouver une régularité dans la suite de ces intervalles. S'il y a une régularité, je dis que mon hypothèse de travail est valable.

Cette hypothèse prédit l'existence d'un phénomène dans le système visuel, c'est-à-dire la régularité dans l'occurrence des mini-mouvements durant la fixation visuelle. Pour faire de cette hypothèse un modèle du système visuel, nous avons aussi besoin de savoir d'où viennent les ordres régissant ces mini-mouvements. J'ai comparé, à la régularité de l'horloge, la régularité du mouvement ainsi que la régularité des neuro-ordres aux muscles de l'oeil. En d'autres mots, une horloge pourrait servir de modèle pour ce fonctionnement particulier du système visuel.

Quel groupe de neurones pourrait, dans le cerveau, correspondre à l'horloge? Où pourrait-on, dans le système visuel, situer une telle horloge? Le cerveau contient des neurones. Certaines

neurones peuvent fonctionner comme une horloge grand-père très spéciale. Les poids d'une véritable horloge grand-père sont remontés par le (la) propriétaire (quand il/elle y pense). L'horloge fonctionne jusqu'à ce que les poids soient au bout de leur ascension. L'horloge fonctionne de nouveau si on les redescend. On peut imaginer les neurones de la façon suivante, un groupe de neurones représente le/la propriétaire, un autre groupe le mécanisme des battements. Mais existe-t-il un tel groupe de neurones? Où? Ce groupe peut-il expliquer les mouvements de l'oeil?

Ici, nous trouvons la principale différence entre la pratique de la science et la pratique de la technologie. Le projet de recherche expliqué ci-dessus sera terminé seulement lorsque l'on aura répondu à ces dernières questions. Le but visé par la recherche technologique et ses projets est différent. On aurait dans ce cas considéré l'efficacité d'un modèle (substitué à l'oeil et à ses structures connexes) face à la possibilité de voir. Il n'est pas nécessaire que ce substitut ait d'autres attributs de l'oeil. Etudions par exemple le cas du cheval. Dans ce cas, le but technologique recherché est d'avoir quelque chose qui peut remplacer le cheval. C'est-à-dire une machine qui serait capable d'engendrer des chevaux-vapeur afin de faire avancer le chariot. Le moteur n'a aucune ressemblance avec le cheval – du moins pour le commun des mortels. Il n'agit pas comme un cheval. Il s'agit pour la recherche technologique de trouver l'idée générale, dans ce cas la production de l'énergie, et de fabriquer un outil rendant possible cette production, c'est-à-dire le moteur. La science s'occupe de la question: "Comment travailler le cheval?". La réponse à cette question est un modèle qui, sous plus d'un aspect, doit être un cheval. Un nouveau champ d'investigation, la robotique, semble faire une symbiose entre la recherche scientifique et la recherche technologique. Laisserons-nous, à l'avenir, les seuls robots se casser la tête à comprendre le monde?

---

*Zsuzsi Makkai est ingénieure en électricité et sciences biomédicales, et analyste en informatique au Shawbridge Youth Center à Montréal.*