

AVRIL 2024

CONCOURS INGÉNIEURS STATISTICIENS ÉCONOMISTES CYCLE LONG /
ANALYSTES STATISTICIENS

ISE cycle long / AS

CONTRACTION DE TEXTE
(Durée de l'épreuve : 3 heures)

Le texte ci-après est tiré du livre de Monsieur YVES AGID, intitulé « LE CERVEAU, MACHINE A INVENTER *Comment naissent les grandes découvertes* » paru en avril 2023 aux éditions Albin Michel.

(Il comporte quelques illustrations graphiques qui n'ont pas été reproduites.)

Il doit être résumé en 250 mots (plus ou moins 10%). Vous indiquerez en fin de copie le nombre de mots utilisés.

Il sera tenu compte de l'orthographe, de la ponctuation et de la présentation de votre écrit.

POURQUOI FAIRE DES DECOUVERTES

Pourquoi, à la différence des autres animaux, l'homme a-t-il une telle soif de progrès ? L'histoire montre qu'une civilisation survit si elle progresse et s'éteint faute de progrès. Le progrès semble donc inhérent à l'idée de civilisation. Encore faut-il s'entendre sur la notion de progrès. Le progrès n'est pas seulement social, économique, politique, scientifique ou philosophique. Il est tout à la fois, chacun de ces domaines favorisant les autres. Les avancées se font lentement par accumulation de connaissances, à partir de l'existant, rarement par sauts successifs. C'est ainsi que l'Humanité a passé son temps à progresser dans une direction ou dans une autre, aujourd'hui de manière exponentielle. Des petits pas dans le passé, des grands pas récemment.

Progresser, c'est bien, mais comment ? Le progrès ne peut se faire qu'à partir de ce qui est disponible. Avant de savoir pourquoi c'est ainsi, il faut commencer par savoir comment ça marche. *Homo sapiens* dispose pour cela d'une faculté où il excelle, celle de comprendre, et d'une faculté qui lui est quasiment spécifique, celle de créer. La créativité, cette insatiable soif

de progresser, permet d'œuvrer au bien de la société, et si possible, d'éviter les dérives sociales, politiques et morales.

Créer – mot qui a la même origine que croître –, c'est apporter du *nouveau*, souvent avec la connotation d'inhabituel, d'inattendu. Mais, faire du nouveau, ce n'est pas seulement faire différemment, il faut aussi que la nouveauté soit *originale*, singulière, comme la création artistique, ou qu'elle apporte une solution à laquelle on n'aurait pas pensé auparavant. Il faut, de plus, qu'elle ait une *valeur*, petite (un dessin d'enfant) ou grande (la théorie de la sélection naturelle), et qu'elle soit adaptée au contexte (qu'elle tienne compte des besoins, par exemple la réduction de la production d'oxyde de carbone pour lutter contre le réchauffement climatique). Le processus de créativité, loin d'être continu, est constitué de différentes phases qui alternent, d'idées qui se multiplient et qui sont sélectionnées pour aboutir à la création. C'est donc le contraire du banal, du conforme, du classique, de l'académique et du routinier. Mais alors, comment fait-on pour créer ? Il y a trois façons de créer : inventer, innover, découvrir. [...]

La vie de tous les jours donne-t-elle souvent l'occasion de faire des découvertes ? En l'absence de difficultés personnelles ou de cataclysmes, ne suffit-il pas de « vivre sa vie » en se contentant des habitudes héritées, des routines apprises, ce qu'on pourrait appeler une « bonne vie », celle à laquelle aspire l'immense majorité des habitants de cette planète ? Pourquoi en faire plus si tout va bien ? Ce serait oublier qu'*Homo sapiens* est avide de connaissances. Mais comment connaître, car, si l'on sait, il est inutile de chercher, et, si l'on ne sait pas, on ignore ce qu'il faudrait chercher puisqu'on ne connaît pas la nature de ce que l'on cherche. Telle est la leçon du *Menon*, un dialogue de Platon. Heureusement, l'homme est créatif. Il a en lui ce besoin étrange de rendre maîtrisable ce qui l'entoure et, si possible de le rendre calculable. Il veut tout comprendre, tout maîtriser, tout prévoir. Incroyable désir ! Comme le monde avance à toute vitesse, il se sent obligé de trouver des solutions pour ne pas stagner, pour ne pas déprimer. Ce comportement s'impose à lui quand tout va mal, mais aussi quand tout va bien –comme à cet industriel qui disait : « tout marche bien, c'est le moment de changer. » [...]

LA RECHERCHE : UNE CONSTRUCTION LABORIEUSE, CONSCIENTE ET SUBCONSCIENTE

L'activité de recherche est une construction, une construction longue, laborieuse, souvent décourageante. [...] Ainsi va la science, qui est une accumulation d'innombrables expériences s'échelonnant dans le temps. Mais il ne suffit pas d'accumuler des expériences pour faire des découvertes, car, comme disait Henri Poincaré : « une accumulation de faits n'est pas plus une science qu'un tas de pierre n'est une maison. »

Certains, souvent les meilleurs, s'accrochent alors à l'hypothèse qu'ils ont formulée et feront tout pour la démontrer envers et contre tous. L'exemple le plus connu est celui de la découverte des hiéroglyphes par Jean-François Champollion, incroyable érudit qui commença à étudier la Pierre de Rosette en 1808, à l'âge de dix-huit ans, et qui trouva la clé du déchiffrement de cette écriture inconnue en 1822. Nous en avons une illustration plus récente avec la découverte du vaccin contre le Covid-19.

LA DECOUVERTE DU VACCIN A ARN :

LA SCIENTIFIQUE QUI LUTTE, QUI CHUTE, QUI REUSSIT

Tout débute en 2005. Une scientifique d'origine hongroise, Katalin Karikö, a passé sa vie à travailler sur une molécule : l'ARN. Emigrée aux Etats-Unis, elle rencontra un immunologiste Drew Weissman, qui la convainquit d'utiliser son savoir-faire pour produire un vaccin. Ces substances que l'on inocule à une personne sont habituellement constituées de microbes, de protéines, d'ADN. *A priori*, aucune raison de collaborer avec Madame K. qui est une spécialiste de l'étude de l'ARN messenger (ARNm), une substance qui, dans la cellule, permet à l'ADN de fabriquer des protéines et ne devrait donc pas être envisagée comme support de vaccin. Depuis les années 1985, cette scientifique n'a rencontré que suspicion, voire moquerie, chaque fois qu'elle exposait son projet d'utiliser l'ARNm comme moyen thérapeutique, en particulier parce que la molécule se dégrade rapidement et crée des réactions inflammatoires. Pour empêcher cette dégradation, la chercheuse s'est acharnée à modifier la molécule d'ARNm à l'aide de diverses combinaisons chimiques. « Etre tenace n'est pas s'entêter » dit-elle après avoir été rejetée par un grand nombre de laboratoires. Pourtant, au bout de trente ans, ses recherches aboutirent à la création d'un vaccin contre le virus Covid-19, avec le succès planétaire que l'on connaît. [...]

Pour découvrir, il faut voir ce qui est couvert, ce qu'on ne voit pas. Nos cinq sens ont des limites pour ce qui est de voir et de comprendre le monde. L'homme ne peut appréhender qu'une partie infime du réel. Son ingéniosité lui a heureusement permis d'inventer des instruments toujours plus performants, capables d'augmenter le champ de ce qui est perceptible. D'où la production de microscopes de plus en plus pointus pour voir le plus petit, de télescopes de plus en plus puissants pour voir le plus grand, de synchrotrons⁽¹⁾ qui révèlent la structure de la matière, de microscopes à force atomique et autres spectromètres qui révèlent la signature d'un objet, etc. Les scientifiques ont même réussi à voir l'invisible à l'aide des méthodes de la physique corpusculaire (nature des atomes) et de la chimie (structure des molécules). Cette segmentation en objets de plus en plus petits, apparemment dépourvus de signification, prend du sens lorsqu'on les assemble : ils finissent par donner une image cohérente du tout. L'identification d'un phénomène n'est pas suffisante, il faut encore quantifier, expliquer, réunir les données pour les généraliser si possible en un concept ou une loi. Après avoir mis en pièce tous les éléments d'un objet, il faut lui donner du sens ... [...]

L'irruption de l'informatique.

Par le passé le chercheur pouvait aisément dominer son sujet; la littérature scientifique était maigre, avec un petit nombre de journaux dont il fallait photocopier les articles. Aujourd'hui, le scientifique noyé dans le magma des connaissances de sa spécialité subit le bombardement continu d'informations de valeur inégale. Comment isoler l'information pertinente ? Par le biais de l'intelligence artificielle et de l'informatique. L'ordinateur, grâce à sa mémoire et à sa rapidité colossale fait tout à notre place. Il peut classer, former de nouvelles combinaisons, proposer des probabilités ; bref, il peut trouver toutes les solutions de manière rétrospective parmi les milliards d'informations qu'il a emmagasinées. Encore faut-il qu'il choisisse la bonne. Comment reconnaître le résultat digne d'intérêt à partir de la gigantesque quantité de data qui s'accroît de façon quasi exponentielle ? L'ordinateur est une simple prothèse à l'intelligence humaine...

Mais l'ordinateur peut-il créer ? Comme les performances informatiques s'accroissent, il est à prévoir que les découvertes seront plus nombreuses. Verra-t-on bientôt un *Homo sapiens* augmenté, comme les transhumanistes le prédisent ? Ce sera peut-être le cas pour les organes du corps dont la physiologie est relativement simple, mais probablement pas pour le cerveau, que l'on commence seulement à comprendre et que l'on n'est pas prêt de reproduire ou d'améliorer (sauf peut-être dans un avenir lointain).

L'« homme-machine » n'est pas pour demain, car ce qui fait l'homme, c'est son cerveau. Or, le cerveau humain, cette masse gélatineuse de moins d'un kilo et demi, vivante, malléable, adaptable, capable d'émotions, de conscience et de créativité, est d'une complexité qui dépasse l'imagination.

Il y a pourtant quelque analogie entre le cerveau et l'outil numérique qu'est Internet. Comme le cerveau, la toile est un immense réseau possédant des centaines de milliards de ramifications liées entre elles. Comme le cerveau, Internet apprend de manière continue, c'est ce que nous enseigne le mathématicien Etienne Ghys : chaque page a un classement qui augmente en fonction du nombre de pages consultées, si bien que, lorsqu'on cherche une information en tapant des mots-clés, on est amené à choisir un petit nombre de pistes de recherche dans l'immensité des possibles. Dans ces conditions, pourquoi une machine du futur ne pourrait-elle pas créer ?

Pour créer, comme on l'a vu plus haut, il convient de faire du nouveau, de l'original, quelque chose qui soit adapté au contexte et qui ait de la valeur. N'est-ce pas ce qu'a fait le programme de Google AlphaZero en 2017 en battant aux échecs le programme Stockfish 8, qui était champion du monde (28 victoires, 72 parties nulles) ? C'est d'autant plus surprenant qu'AlphaZero n'avait appris à jouer aux échecs que quatre heures plus tôt, que ses capacités étaient plus faibles que celles de l'adversaire [...]

FAIRE UNE DECOUVERTE, C'EST UN TRAVAIL COLLECTIF

A l'échelle mondiale, la communication scientifique est confrontée au paradoxe d'une gigantesque quantité de publications scientifiques issues des quatre coins du monde : un nombre incalculable d'articles sont publiés mais présentent un intérêt limité (pourtant nécessaire pour compléter l'immense puzzle de la connaissance), la plupart se perdent dans le néant (certains seront peut-être redécouverts sur le tard), face à un petit nombre d'articles innovants (qui lancent les nouvelles pistes de recherche). Avec ses milliers de journaux scientifiques distribués dans le monde et autant de colloques nationaux et internationaux ubiquitaires⁽²⁾ qui permettent les échanges et la confrontation, la science est devenue collective. La pullulation de l'information, qui rend de plus en plus difficile la détection de celle qui est pertinente, a fait émerger une nouvelle catégorie de scientifiques : ceux qui savent identifier l'information utile ou déterminante pour avoir l'idée que les autres n'ont pas encore eue.

Y a-t-il encore aujourd'hui des découvreurs isolés qui font seuls des découvertes comme on le faisait au temps passé ? Si tant est qu'il y en ait jamais eu, car l'historiographie⁽³⁾ est souvent trompeuse. Aujourd'hui, en tout cas, s'il y a découverte, elle n'est jamais le fait d'un seul individu. Selon la personnalité, selon la formation, selon la discipline, les uns apportent de nouveaux outils, les autres une conception différente du questionnement ; un dernier qui s'était tu jusque-là pose soudain la question inattendue ou jette une idée qui change la donne.

La meilleure preuve en est la diversité des profils psychologiques et des potentiels des chercheurs. La réalité scientifique est là : les découvertes sont collectives, dans le laboratoire ou dans le monde, étalées dans le temps et dans l'espace. Bien souvent, les idées sont dans l'air, mais on n'y pense pas et c'est dans l'échange qu'on saisit l'idée nouvelle.

La découverte n'est donc pas une jubilation solitaire. C'est un engouement collectif tel que l'équipe scientifique entre véritablement en communion. Il est ainsi des moments rares dans un *cursus* scientifique où l'équipe de recherche ressent une sorte de ferveur, comme probablement seuls les religieux en connaissent. Ce qui n'empêche pas le rire, communicatif, entraînant. Et, à cet instant non prévu, sans raison apparente, tout d'un coup émerge une force collective capable d'imaginer, de concevoir, d'aboutir, de trouver, de découvrir. L'entente de plusieurs participants aux compétences complémentaires devient soudainement productive. Comme une même recette de cuisine dont l'un tirera un frichti insipide, un autre un mets délicieux, un troisième une nouvelle recette. Il est vrai qu'en cuisine il ne suffit pas de travailler au sein d'une brigade pour être créatif. Combien d'équipes de recherche et autres comités ne sont que des foyers d'idées reçues sinon d'obscurantisme trompeur ou d'hystérie collective futile. C'est la raison pour laquelle la réflexion collective impose un leader qui écoute, suscite les échanges, entraîne, résume les idées, restitue la synthèse, conclut, instille un certain état d'esprit.

Finalement le nombre et l'importance des découvertes dépendent aussi de la disposition de la société dans laquelle se déroule la recherche. Ce n'est pas dans les pays en situation de misère que peut s'effectuer une recherche de haut niveau, laquelle se concentre donc dans les pays les plus développés, qui ne sont du reste pas nécessairement les plus puissants, mais qui sont ceux où la quête de progrès est prioritaire. [...]

La mise en place d'une politique scientifique, nécessairement lente, ne donne pas toujours les résultats escomptés, car la science progresse de plus en plus vite. Il est donc difficile d'anticiper la bonne science de demain, et *à fortiori*, la science qui permettra de faire des découvertes.

Que sera le bon scientifique du futur, étouffé par la routine, asphyxié par des techniques de plus en plus sophistiquées ? Le chercheur scientifique deviendra-t-il un bricoleur ou un ingénieur. Oui, certainement les deux à la fois. Il devra travailler en collectivité, avec l'ensemble de la communauté scientifique, en apportant des idées simples et nouvelles – idées qu'il restera à mettre en œuvre, ce qui implique de la liberté, du temps, de l'ambition, et de la confiance en soi.

- (1) – **synchrotron** : instrument électromagnétique de grande taille.
- (2) – **ubiquitaire** : présent partout.
- (3) – **historiographie** : travail de l'écrivain qui était chargé officiellement d'écrire l'histoire de son temps ou d'un souverain.