

1. L'accueil de l'innovation

L'innovation, quel que soit le domaine où elle apparaît, n'est pas toujours la bienvenue. Elle rencontre, le plus souvent, des oppositions, ou du moins des réticences et des réserves. L'histoire foisonne d'exemples : en voici quelques uns des plus connus :

Bien que l'écriture fut apparue en Grèce au moins trois siècles avant lui, Socrate s'y était opposé. Platon¹ et Aristote ont affirmé que Socrate pensait qu'un texte écrit est inerte, qu'on ne peut pas dialoguer avec lui et limite, de ce fait, l'enrichissement des connaissances. Il lui préférerait le dialogue oral comme moyen d'enseignement.

Sans être contre l'innovation de son époque, Montaigne² avait des réserves sur l'imprimerie en tant qu'outil technologique et pensait que la diffusion du livre et sa profusion pouvaient affaiblir l'esprit critique et favoriser le développement d'une « tête bien pleine » au détriment d'une « tête bien faite ».

L'église catholique, de son côté, tout en ayant conscience que l'imprimerie pouvait faciliter la diffusion de ses croyances et de ses positions, s'en méfiait et essayait de contrôler son usage. Et quand elle n'arrivait pas à empêcher l'impression de certains livres considérés comme hérétiques, elle les brûlait, tout simplement.

Plus près de nous, Albert Einstein avait compris très tôt, en même temps l'importance de l'énergie nucléaire et de ses bienfaits, et son danger pour l'humanité quand elle est transformée en arme atomique. On sait qu'il avait regretté d'avoir signé une lettre qu'il avait adressée au président Roosevelt en 1939, dans laquelle il avait attiré l'attention sur l'imminence de l'acquisition de la bombe atomique par l'Allemagne de Hitler et le pressait d'agir pour la devancer. Une commission de savants avait été formée sous la supervision de l'armée américaine et cela avait abouti à la création de la première bombe atomique. On sait ce que le président Truman, le successeur de Roosevelt, en avait fait quelques années plus tard. Mais Einstein n'avait pas participé à cette commission pour des raisons politiques³, et avait passé la dernière décennie de sa vie à lutter pour le désarmement nucléaire.

La dernière innovation⁴ qui fait beaucoup parler d'elle dans l'actualité de ces jours-ci, est l'intelligence artificielle dans sa dernière application dans le chat GPT. Les uns, comme Elon Musk⁵ qui publie dès 2018 un appel et propose un moratoire en attendant la création et l'installation de systèmes de régulation. D'autres, comme Geoffrey Hinton⁶, tirent la sonnette

¹ Affirmation de Platon dans le Phèdre

² Cf cette position dans ses Essais

³ Cf J.M. Duprez Albert Einstein, l'homme le plus surveillé de l'Amérique livre audio Audible 2021

⁴ En vérité, l'IA est « une vieille innovation ». Les premières recherches datent de 1956. Elles ont évolué dans un mouvement de flux et de reflux jusqu'en 2012, date à laquelle la LM (machine learning) et le DL (deep learning) ont connu une reconnaissance générale de la communauté des chercheurs du domaine. (Cf à ce sujet le livre de Y. Le Cun).

⁵ Cf son tweet daté du 9 avril 2018

⁶ Geoffrey Hinton, Joshua Bengio et Yann Le Cun ont obtenu ensemble en 2018 le prix Turing (prix qui existe depuis 1966 et qui est considéré comme l'équivalent du prix Nobel en informatique). Les trois chercheurs ont travaillé sur les réseaux neuronaux profonds et en ont fait une composante essentielle dans le développement de l'intelligence artificielle.

d'alarme et attirent l'attention sur les menaces que peuvent porter les avancées technologiques dans ce domaine ; d'autres encore, comme Joshua Bengio, un des deux autres primés avec Hinton, proposent une pause pour réfléchir aux aboutissements de ces recherches, et enfin Yan Le Cun le troisième primé considère que tout appel à arrêter la recherche scientifique et technologique relève de « l'obscurantisme ».⁷

Pour Yann Le Cun⁸ le terme « d'intelligence artificielle » est un abus de langage. Il s'agit, jusqu'à maintenant d'un ensemble de logarithmes que la machine reçoit et exécute sans compréhension et sans conscience. Il affirme que, bien que la recherche et la technologie dans ce domaine essaient d'imiter les neurones du cerveau des mammifères, on n'est même pas encore arrivé au niveau de l'intelligence d'un chat !⁹ On est donc bien loin d'une machine qui dominerait l'homme et l'asservirait. Mais grâce à cette imitation, elle acquiert de plus en plus la capacité d'apprendre et de prédire. L'imitation du cerveau des mammifères a conduit à l'organisation des données en réseaux de neurones artificiels, catégorisés et hiérarchisés en couches, qui permettent l'entraînement de la machine à apprendre et à faire des prévisions.

La « machine learning » et le « deep learning » sont les étapes les plus récentes que connaît l'intelligence artificielle et qui ont abouti actuellement aux progrès de la reconnaissance de la parole et des images, aux progrès remarquables de la traduction automatique et instantanée, à la possibilité de la conduite automatique des véhicules , etc.

2. « Science sans conscience n'est que ruine de l'âme »

François Taddei¹⁰, chercheur en biologie et en sciences de l'éducation, rappelle qu'Aristote considérerait trois sortes de connaissance : l'épistémé, la technè et la phronesis. La première concerne la connaissance du monde, donc la science, la seconde traite de la façon d'agir sur le monde, d'où les termes de technique et de technologie, et enfin la troisième a trait aux attitudes et comportements vis-à-vis des deux premières et donc touche à l'éthique. Taddei dit, à juste titre, que cette dernière est la moins présente dans les systèmes éducatifs. Elle est aussi de plus en plus ignorée dans la recherche scientifique et technologique, alors qu'elle devrait en être le pilier. Hippocrate, il y a environ 2500 ans, accordait une grande importance à l'éthique dans l'exercice de la médecine et le disait dans son célèbre serment à l'attention du médecin. A sa manière, Rabelais le disait aussi au 16^{ième} siècle : « Science sans conscience n'est que ruine de l'âme »¹¹.

Les réactions de Musk, Hinton et Bengio sont donc salutaires dans la mesure où elles invitent à réfléchir sur le progrès scientifique et technologique en intelligence artificielle. Elles le sont d'autant plus que les résultats de ces progrès sont vite traduits dans des applications qui touchent rapidement toute l'humanité et transforme sa vie. Mais le risque de censurer sous prétexte de réglementer existe. La recherche scientifique, comme les lettres et les arts, a besoin de la liberté

⁷ Y. Le Cun Quand la machine apprend Editions Odile Jacob 2019

⁸ Y. Le Cun id

⁹ Pour rappel, le cerveau humain contient à peu près 86 milliards de neurones et chaque neurone a environ 2000 connexions. Tout cela dans un cerveau qui ne consomme que 25 watts ! La consommation de l'intelligence artificielle est faramineuse. Les robots qui avaient gagné au jeu d'échecs ou au jeu de Go consommaient des dizaines de milliers de watts.

¹⁰ F.Taddei Apprendre au 21^{ième} siècle Calmann-Lévy 2018

¹¹ Dans le Pantagruel publié en 1532

car c'est la source de l'imagination et de la créativité. D'où la réserve de Le Cun, qui n'est pas sans fondement.

Comme on l'a vu avec l'énergie nucléaire, le danger potentiel vient plus des applications que de la recherche fondamentale. Ces applications ont souvent des finalités politiques et militaires et/ou économiques et commerciales.

3. Course aux brevets liés à l'intelligence artificielle

Actuellement, il y a une véritable course aux brevets de la propriété intellectuelle et technologique dans le domaine de l'intelligence artificielle. On est passé de 5000 brevets en 1990 à 120000 en 2017¹². Et comme l'intelligence artificielle est une technologie généraliste, d'où le sigle GPT : General Purpose Technology, ses applications peuvent concerner pratiquement tous les domaines de la vie humaine.

Voici comment était en 2019 la répartition des dix premiers domaines d'application de l'intelligence artificielle qui regroupent 85% des occurrences¹³ :

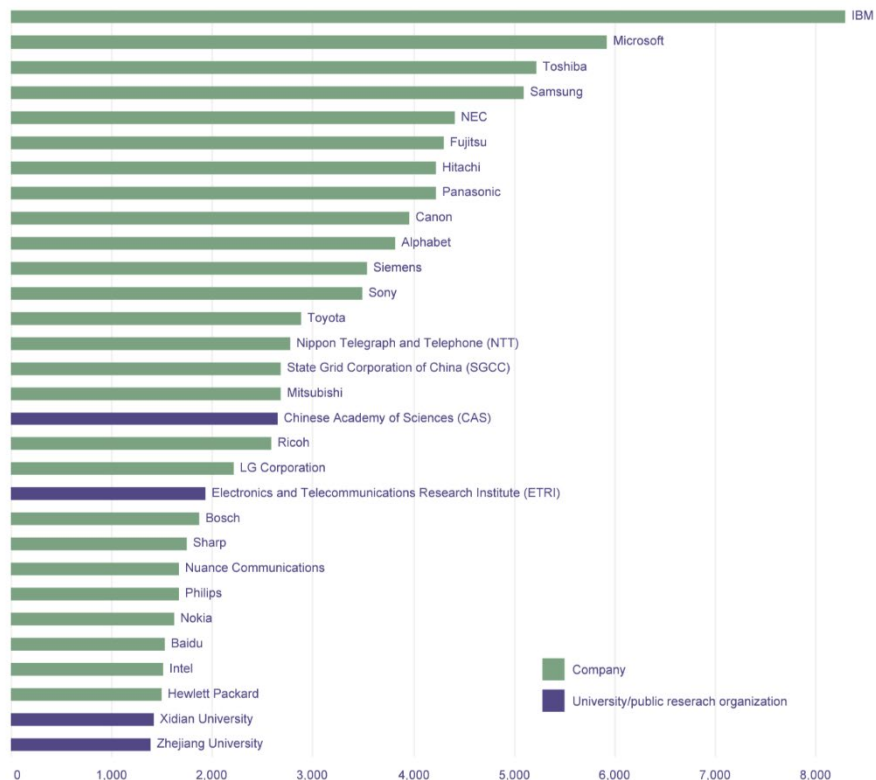
Domaines d'application	Taux %
Sciences médicales	17,5
Transports	15,9
Sécurité	14,9
Télécommunications	11,4
Objets personnels et informatique	7,8
Industrie et manutention	4,8
Industries de réseaux	4,4
Milieu des affaires	3,8
Gestion de documents	3,2
Secteur de l'éducation	3,1

¹² Source : WIPO (World Intellectual Property Organization) : Technology Trends 2019 Artificial Intelligence

¹³ Source : idem

Parmi les trente premiers organismes qui ont déposé des brevets liés à l'intelligence artificielle, 26 sont des entreprises et six universités ou centres de recherche tel que le montre la figure 4.1¹⁴

Figure 4.1. Top 30 patent applicants by number of patent families
Companies represent 26 of the top 30 AI patent applicants worldwide



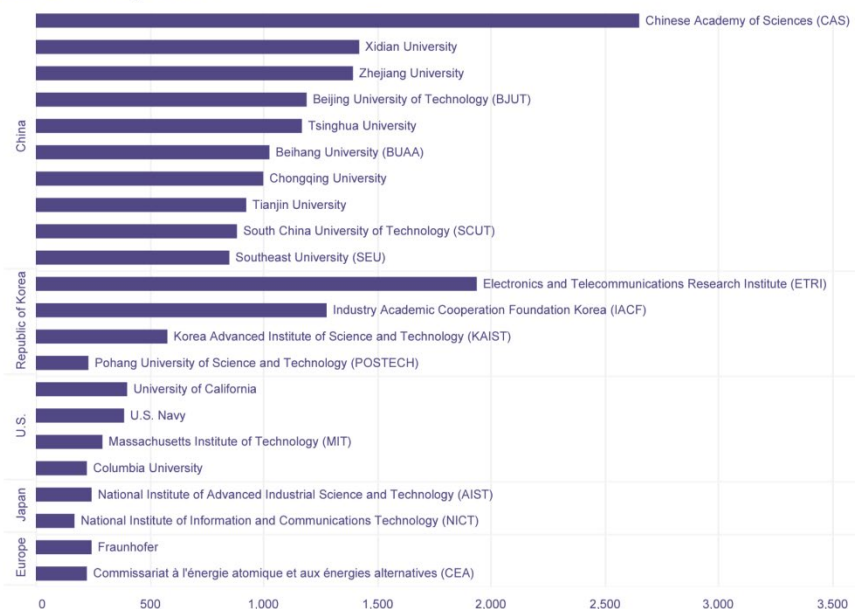
Note: Fujitsu includes PFU; Panasonic includes Sanyo; Alphabet includes Google, Deepmind Technologies, Waymo and X Development; Toyota includes Denso; and Nokia includes Alcatel

¹⁴ Source : idem

La figure suivante montre le classement des universités et centres de recherche en terme de brevets déposés. On y voit la prédominance des institutions chinoises suivies des coréennes. Les Etats Unis viennent en troisième position parce que le plus souvent, ce sont leurs entreprises qui déposent les brevets. Mais la coopération entre l'entreprise et l'université y est très forte.¹⁵

Figure 4.2. Top patent applicants among universities and public research organizations in selected locations, by number of patent families

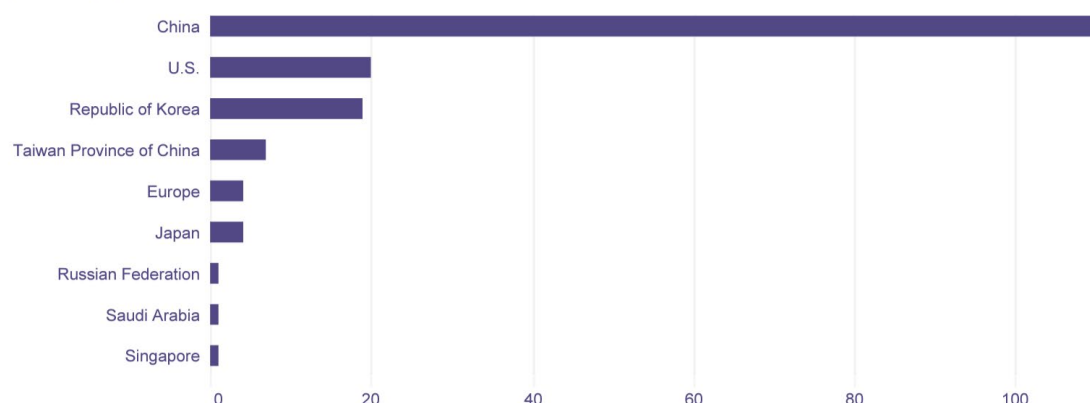
CAS (China) and ETRI (Republic of Korea) rank first and second in patent filings among universities and public research organizations



20% des 500 universités ou centres de recherche qui détiennent le plus grand nombre de brevets sont chinois tel que le montre la figure suivante¹⁶qui confirme le tableau précédent en montrant, en outre, le rang d'autres pays ou continents :

Figure 4.3. Geographical origin of universities and public research organizations in the top 500 patent applicants, by number of organizations

Chinese universities and public research organizations account for more than one-fifth of the top 500 patent applicants



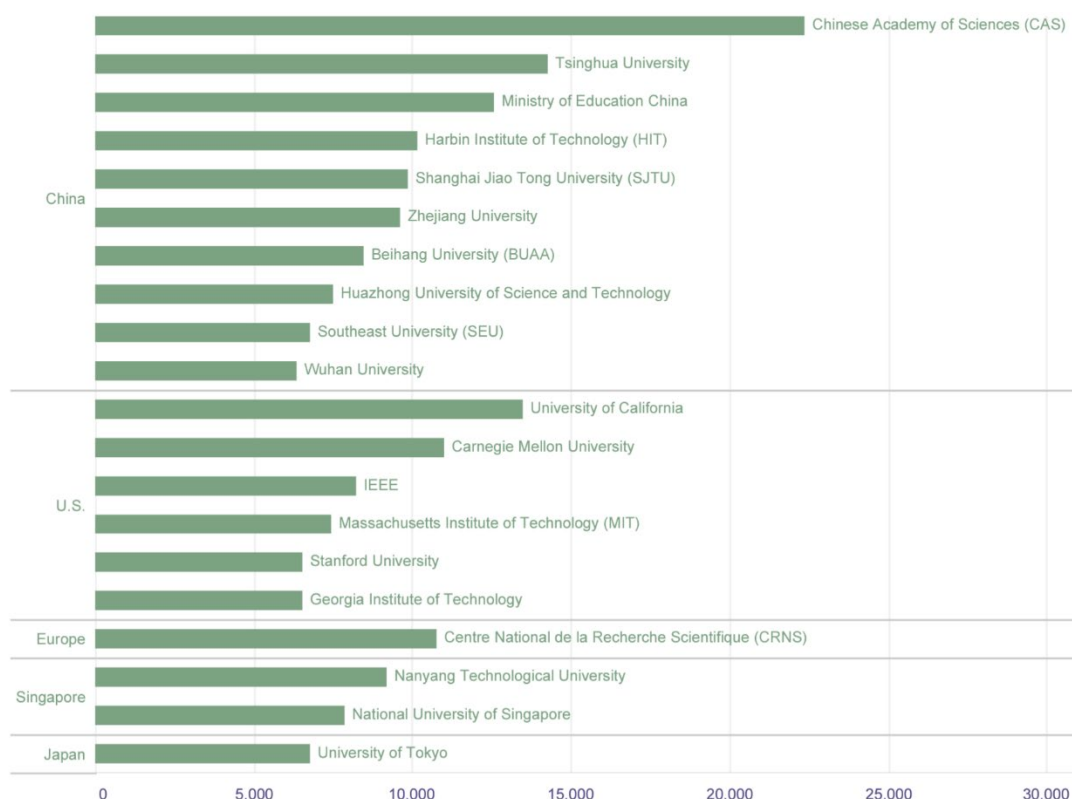
¹⁵ Source : idem

¹⁶ Source : idem

La dernière figure¹⁷ montre les 20 premières institutions (universités ou centres de recherche) qui publient des articles scientifiques dans les domaines de l'intelligence artificielle. Le classement en terme de nombre d'articles montre, encore une fois, la prédominance de la Chine suivie des USA :

Figure 4.4. Top 20 universities and public research organizations producing AI scientific publications, by number of articles

10 of the top 20 organizations in AI scientific publications are in China, six in the U.S., two in Singapore and one each in Japan and France



4. Quelques observations à propos de la nature et de l'origine des brevets :

- La première remarque qui s'impose est que tous les brevets liés à l'intelligence artificielle sont le fruit de la recherche scientifique. Les universités et institutions de recherche sont très présentes et coopèrent étroitement avec les entreprises, notamment aux USA. On remarque la prédominance des universités et centres de recherche chinois et sud coréens. Les grandes marques japonaises dominent le classement des trente premières entreprises détentrices de brevets liés à l'intelligence artificielle. Dernière remarque concernant l'origine de ces brevets : Les GAFA (Google, Apple, Facebook et Amazon) ne figurent pas dans ce classement. Cela ne veut pas dire qu'elles n'investissent pas dans la recherche et le développement au niveau de l'intelligence artificielle. En fait, elles ont des stratégies différentes fondées soit sur le secret

¹⁷ Source : idem

professionnel qu'elles préfèrent au brevet, soit sur le choix de la coopération et du partage et l'utilisation des licences ouvertes.

- Au niveau de la nature des projets ou les domaines d'application, on remarque trois domaines en tête : les sciences médicales, les transports et la sécurité. Des investissements massifs vont à ces trois domaines, ce qui va transformer à moyen terme profondément la médecine avec les diagnostics automatiques et précis, la chirurgie « robotique » etc., la circulation routière avec la conduite automatique et la sécurité avec la prévention et la détection des différents comportements malveillants et frauduleux. Les craintes de « débordement » se situent surtout au niveau de la génétique. Là, la régulation a son mot à dire. On revient à la phronesis d'Aristote.
- Le dernier de la liste des dix premiers champs d'application de l'intelligence artificielle est le secteur de l'éducation. C'est regrettable parce que c'est un domaine qui n'est pas moins important que la santé mais il ne suscite pas autant l'intérêt des investisseurs. Il est sûr que, dans l'état actuel de l'éducation dans le monde, l'esprit conservateur domine et donc la recherche et le développement sont limités à un petit nombre de pays et ne garantissent pas un succès économique conséquent. Ce conservatisme se manifeste au niveau des politiques publiques, des institutions éducatives et même du côté des acteurs éducatifs (enseignants, inspecteurs, chefs d'établissements et parents). Dans ce domaine, l'innovation inquiète et angoisse parce qu'il est complexe et les résultats ne peuvent pas être immédiats. Heureusement que certains enseignants sont à l'avant-garde, et surtout que les apprenants n'hésitent pas à utiliser la technologie et exercent, de ce fait, une certaine pression sur leurs enseignants.

5. L'intelligence artificielle et nous

Au Maroc, on parle beaucoup de l'intelligence artificielle en ce moment ; surtout depuis l'apparition du Chat GPT de Open I. Après le codage devenu à la mode il y a quelques années, et que les ministères chargés de l'enseignement voulaient généraliser, c'est le tour de l'intelligence artificielle que l'on veut enseigner depuis l'école primaire. Certes est-il souhaitable que nos apprenants sachent tôt ce que c'est que l'IA, qu'ils comprennent son fonctionnement, qu'ils soient conscients de ses bienfaits et de ses dérives potentielles, et que certains parmi eux aillent plus loin en devenant des chercheurs dans ce domaine. Mais cela doit nous rappeler que le budget de la recherche scientifique au Maroc ne dépasse pas 0,75% du PIB¹⁸ et que la recherche-développement au niveau des entreprises est quasi inexistante. En outre, c'est un domaine budgétivore qui nécessite des moyens hors portée pour des pays de notre niveau. Est-ce que cela signifie que nous sommes condamnés à être de simples consommateurs ? Je ne le pense pas : il n'y a pas de fatalité de ce côté. Le cas des pays de l'Asie de l'Est est édifiant. Il est vrai qu'ils ont su profiter du contexte de l'après-guerre et de la guerre froide, notamment pour le Japon et la Corée du Sud. Mais le contexte actuel n'est pas sans intérêt pour nous, à trois conditions : éviter l'autosatisfaction et le déni pour bien regarder nos faiblesses et essayer d'y remédier ; travailler pour une « renaissance » régionale tournée résolument vers l'Afrique (y compris le Maghreb) et le monde arabe dans un esprit de solidarité,

¹⁸ Rapport sectoriel du CSEFRS/INE "La recherche scientifique et technologique au Maroc, analyse évaluative", Rapport sectoriel, Avril 2022 .

de coopération et de collaboration ; repérer des niches qui pourraient être bénéfiques pour le développement économique et humain de nos peuples.

L'éducation, qui est le dernier domaine dans la liste des domaines d'application de l'intelligence artificielle dans les brevets internationaux, pourrait être une niche privilégiée.