

Breveter l'intelligence artificielle : matériel 1 - logiciel 0

par François Veltz

8 juillet 2019

En matière d'évaluation de brevet, la détectabilité est un facteur essentiel. Les Conseils en Propriété Industrielle revendiquent généralement ce qui est visible ou peut s'avérer détectable. C'est, tout au moins, ce qu'ils avaient coutume de faire. La détectabilité peut évoluer au fil du temps, notamment si des produits ou des services sont mis à la disposition du public (par exemple, ventes ou publication de documentation). Dans le domaine du matériel et des logiciels, les frontières mêmes de la détectabilité évoluent rapidement, en particulier en ce qui concerne l'accès *local* (e.g. puce embarquée) par opposition à l'accès à *distance* (e.g. *webservice*).

L'I.A., soit « l'intelligence artificielle » ou, mieux encore, « l'intelligence augmentée » tend à redéfinir les relations entre « matériel » et « logiciel ».

Le virage contemporain vers le Cloud Computing a enfoui profondément de nombreuses inventions logicielles dans des centres de données inaccessibles, ne laissant apparaître que des interfaces graphiques utilisateur ou des interfaces de programmation applicatives (API). Les logiciels qui sont accessibles (e.g. CD-ROM) peuvent être analysés, en surface ou par rétro-ingénierie (décompilation). Ces logiciels sont souvent protégés et même renforcés (obfuscation, code chiffré ou durci). Mais le code peut même devenir totalement inaccessible, lorsqu'il s'agit d'un code (hautement) distribué. En outre, la jurisprudence brevet relative aux logiciels change régulièrement (affaires *Bilski contre Kappos*, *Alice Corp. contre CLS*). Ces aspects ont globalement fait baisser l'intérêt envers le fait de breveter des logiciels qui demeurent « invisibles ».

Contrairement aux logiciels, le caractère tangible du matériel semble être plus favorable à la brevetabilité. La notion de détectabilité peut certes subsister (e.g. analyse de puce), mais au moins les objets associés, comme les processeurs, sont distribués dans le monde entier (alors que de nombreux autres demeurent cachés dans les centres de données).

Dans les demandes de brevet concernant l'informatique, les Conseils en Propriété Industrielle estiment généralement qu'il existe une sorte de « *dualité* » entre les *éléments matériels et logiciels*. Il est généralement affirmé que tout logiciel peut en principe être encodé dans un circuit tangible, lequel peut, à son tour, être exprimé de manière logique, c'est-à-dire par un logiciel. La plupart des demandes de brevet incluent des déclarations en ce sens, les Conseils en Propriété Industrielle tentant d'englober à la fois le champ d'application matériel et logique. *Cependant, cette*

« règle » ne se vérifie peut-être pas toujours. En effet, cette dualité « matériel contre logiciel » peut correspondre, dans une certaine mesure, à celle de « réalité contre mathématiques ». On sait que cette question est ardue, à tout le moins constitue une incroyable coïncidence. Les termes programme, logique, mathématiques, logiciel et matériel englobent des concepts différents, qui soulèvent de nombreuses questions. Tout programme arbitraire peut-il être encodé sous une forme matérielle ? Et si tel n'est pas le cas, quels sont ces programmes ? Inversement, existe-t-il des circuits (par exemple, 3D, biologiques) qui ne peuvent pas être émulés dans un logiciel ? Les réflexions en matière de calculabilité n'ont pas atteint les praticiens des brevets. En pratique, il se peut qu'un même programme puisse être réalisé de différentes façons, plus ou moins efficaces selon les critères d'évaluation choisis (énergie, vitesse de convergence, etc).

De nos jours, l'importance accordée aux inventions liées à l'intelligence artificielle, et notamment à l'apprentissage automatique, indique la présence d'un phénomène émergent.

Depuis des décennies, l'architecture dite architecture de Von Neumann (schématiquement : entrées, unités de traitement, unités de mémoire, sorties) n'a pas été modifiée. Les processeurs graphiques GPU ont été *incidemment* (c'est-à-dire, par chance ou opportunité) utilisés dans l'apprentissage automatique, en raison de leurs capacités de calcul parallèle. À présent que les géants de l'informatique ont investi ou envisagent d'investir dans l'intelligence artificielle, de nouveaux matériels sont brevetés, *redéfinissant la relation entre le matériel et le logiciel*.

Les parties prenantes du secteur ont utilisé le matériel *existant*, comme par exemple le processeur graphique GPU pour l'apprentissage profond. Toutefois, jusqu'à présent, l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique ont sans doute été mal desservis par des processeurs destinés à des usages généraux. Certains ont commencé à élaborer de *nouveaux* circuits pour l'intelligence artificielle. En l'absence de conception dominante, les « circuits accélérateurs » en IA relèvent souvent des conceptions multicœurs (calcul parallèle) et se concentrent en général sur l'arithmétique de faible précision, les nouvelles architectures de flux de données ou les capacités de calcul en mémoire.

Le logiciel évolue à son tour, en fonction du nouveau matériel. Par exemple, la technologie CUDA permet aux développeurs d'écrire des applications visant à utiliser, à la place du processeur central, le processeur graphique Nvidia pour le traitement parallèle. La question se pose de savoir si les logiciels se développent suffisamment pour tirer parti du nouveau matériel (éducation, nombre de développeurs, langages de programmation, etc.), ... ou s'ils sont à la traîne.

En effet, une multitude de nouveaux processeurs spécialisés pour des tâches d'« intelligence artificielle » a vu le jour. Google a ainsi développé plusieurs générations de TPU (*Tensor Processing Unit*), qui sont des circuits intégrés spécifiques aux applications en intelligence artificielle, spécialement conçus pour l'apprentissage automatique des réseaux neuronaux. Stadia, qui est une plate-forme de jeux en streaming, repose sur un processeur graphique dédié et spécifique, qui permet un calcul élastique dans les centres de données. IBM prévoit d'évoluer vers

des appareils analogiques, puis vers des ordinateurs quantiques à tolérance de pannes. La mémoire à changement de phase, un matériel de mémoire de nouvelle génération, pourrait être le premier dispositif analogique optimisé pour les réseaux d'apprentissage profond. Intel a lancé des systèmes spécifiques pour le traitement d'images par l'intelligence artificielle. Microsoft a préparé une puce spécifique pour son casque de réalité virtuelle et de réalité augmentée. Amazon travaille sur une puce spécifique pour Alexa. De nombreux secteurs semblent suivre ce mouvement vers du matériel spécifique. Par exemple, il semblerait que les voitures autonomes aient besoin d'un grand nombre de telles puces spécialisées. Les technologies émergentes promettent d'hybrider ou de sophistication encore davantage le secteur (par exemple, l'électronique extensible, les mécanismes bio-inspirés, les arrangements 3D de circuits, ou autres aspects similaires). À terme, il se pourrait que ces processeurs spécialisés soient finalement fusionnés ou intégrés aux unités centrales à usage général. De plus, l'image de marque et le marketing jouent aussi un rôle essentiel. C'est ainsi que les principaux fabricants ont donné des noms attractifs à leurs puces d'intelligence artificielle. L'iPhone, par exemple, présente une « puce bionique » équipée d'un « moteur neuronal ». Huawei a présenté son « unité de traitement neuronal ».

Cette relation - évolutive - entre le logiciel et le matériel est fascinante.

Il est probable que, dans les années à venir, l'innovation liée à l'intelligence artificielle porte de plus en plus sur de nouveaux matériels. Il restera à vérifier si la dualité logiciel/matériel classique est toujours valable. En tout état de cause, ces inventions seront probablement plus faciles à détecter et mieux alignées sur les critères de brevetabilité applicables dans les différentes juridictions, de sorte qu'il faut vraisemblablement s'attendre à une croissance constante du nombre de brevets délivrés dans ce domaine.