

## Des modèles de nature différente peuvent approcher une même réalité

Daniel Kayser\*

### Different kinds of models can approximate the same reality

G.Longo nous propose une réflexion stimulante sur un sujet essentiel, un peu mis en veilleuse ces derniers temps, et je suis heureux qu'Intellectica en profite pour relancer le débat.

Pour être concis, mon désaccord avec l'auteur se situe à deux niveaux.

- ❑ Certaines considérations présentées comme pouvant donner lieu à confirmation empirique ne sont que théoriques.
- ❑ Il y a parfois confusion entre l'objet et son modèle.

Il est exact qu'une machine à états discrets (MED) qui calcule mathématiquement la trajectoire d'un pendule, donnera toujours le même résultat (aux incidents près : pannes, rayons cosmiques, etc.) si on lui fournit les mêmes données. Longo propose d'utiliser expérimentalement ce fait pour décider si on est en présence d'un système physique ou du calcul d'une MED : en recommençant dans les mêmes conditions initiales, « *si le système est un fleuve turbulent, il gagne au premier coup et en quelques instants* »; j'aimerais qu'il m'explique comment il remet le fleuve dans les mêmes conditions initiales... et plus sérieusement, il donne lui-même des raisons de douter que la notion de « mêmes conditions initiales » ait un contenu empirique lorsqu'il s'agit d'un système physique.

De plus, pour simuler en machine le comportement d'un pendule, on n'injectera pas seulement son modèle mathématique idéal : une simulation « réaliste » **doit** introduire des perturbations pseudo-aléatoires, pour tenir compte justement de l'impossibilité de mettre exactement le système dans les conditions initiales fixées, des infimes mouvements sismiques auxquels il sera soumis, de l'imperfection du vide dans lequel il se meut, ... On le fera d'autant plus lorsque le but est de tromper l'observateur sur la véritable nature de ce qu'il voit (système réel ou simulation sur MED), ce que vise le « test de Turing ».

---

\* Laboratoire d'Informatique de Paris-Nord, UMR 7030 du CNRS, Institut Galilée -  
Université Paris-Nord  
Adresse : [Daniel.Kayser@lipn.univ-paris13.fr](mailto:Daniel.Kayser@lipn.univ-paris13.fr)

Cette objection est anticipée par G.Longo qui recourt à une argumentation qui me semble faible : « *on sait que l'ergodicité pure ne peut pas piéger l'observateur expert (...) un caillou qu'on lance dans un tourbillon, ça se voit en tant qu'étranger à la turbulence* ». Il se peut que les experts sachent, actuellement, repérer ces différences, mais pourquoi les simulations seraient-elles intrinsèquement incapables d'égarer leur jugement dans le futur ?

Plus grave à mon sens. Longo a raison de dire que le pouvoir expressif d'une MED et celui d'un système dynamique sont complètement différents. Il a tort d'en tirer des conclusions sur le monde réel : la physique newtonienne l'a modélisé par le continu ; l'hypothèse atomique, a réintroduit du discret; la physique quantique a placé le continu et le discret dans des rôles où on ne les attendait pas ; qui sait ce que sera la prochaine étape ... et si la question de ce qu'**est vraiment** le monde a un sens !

Or Longo affirme hardiment : « *le système nerveux n'est sûrement pas une MED* » ou « *le cerveau est plutôt un système dynamique* ». Je ne conteste pas que les meilleurs **modèles** actuels du cerveau soient des systèmes dynamiques, et non des MED ; mais cela prouve-t-il qu'une MED soit, par essence, incapable de fournir un jour un meilleur modèle du cerveau qu'un système dynamique ? Or l'argument est bâti ainsi : les MED n'ont pas le pouvoir expressif des systèmes dynamiques, le cerveau **est** un système dynamique, donc les MED ne peuvent simuler le cerveau. Un argument analogue serait :  $\pi$  est une réalité physique,  $\pi$  n'est pas un nombre rationnel, donc les nombres rationnels ne suffisent pas à modéliser la réalité physique. Or  $\pi$  n'est pas une réalité physique : la nature ne fabrique des objets géométriques qu'à une approximation près, et la densité des rationnels permet d'approcher  $\pi$  d'aussi près que l'on veut. L'auteur est conscient de la difficulté : il admet volontiers que « *les MED matérielles (...) simulent les systèmes dynamiques d'une façon plus que remarquable* », mais il s'inquiète de « *la différence conceptuelle, mathématique, physique* ». On ne saisit plus alors le fil de l'argumentation : s'agit-il toujours de prouver empiriquement qu'une MED ne peut simuler le cerveau (« test de Turing »), ou discute-t-on la nature conceptuelle du cerveau ?

Reste le problème de prédictibilité et décidabilité. Je suis d'accord avec Longo sur l'importance de bien distinguer ces notions. Je souris lorsqu'il dit qu'en regardant un programme, on peut prévoir ses itérations : certaines séquences en assembleur modifient vicieusement les codes opérations, de façon que 99% des programmeurs, même chevronnés, se trompent dans leur prédiction ... mais c'est secondaire. Je ne souris plus devant la façon dont il justifie sa thèse principale : « *l'imitation telle qu'elle est définie par Turing est impraticable* ». Il assène alors des jugements de valeur : « *les mathématiques nous font comprendre combien la philosophie logico-computationnelle en cognition (...) relève de cette culture newtonienne-laplacienne qui a trop longtemps perduré en Sciences*

*(...) En philosophie, le cognitivisme classique (...) a perdu le sens de l'espace et de la complexité géométrique* ». Ces jugements peuvent se discuter, mais ils ne servent de justification à la thèse défendue que moyennant deux hypothèses laissées implicites.

1. Les différences — incontestables — entre une modélisation par MED et une modélisation utilisant les mathématiques du continu sont et demeureront telles qu'aucun observateur de bonne foi ne peut s'y laisser prendre.
2. Les différences entre une modélisation utilisant les mathématiques du continu et une expérience sur le monde réel sont, elles, négligeables.

Tant que ces hypothèses n'auront pas été convenablement argumentées — et je doute qu'elles puissent l'être —, la mise en demeure qu'adresse Longo aux tenants de l'Intelligence Artificielle et à leurs confrères d'avoir à présenter des excuses, restera une excroissance saugrenue dans un article par ailleurs remarquablement intéressant.