



Intelligence artificielle et santé : doit-on craindre ou espérer sa venue ?

Thierry PETITCLERC

Depuis toujours l'homme cherche à réduire ses efforts et améliorer sa compétitivité en se faisant aider de machines qu'il essaye de rendre les plus autonomes et les plus intelligentes possible

Moniteurs d'hémodialyse (semi)-intelligents

- Certains algorithmes implantés dans des moniteurs récents d'hémodialyse peuvent donner l'impression de rendre ces moniteurs intelligents parce qu'ils sont capables de décider à la place de l'homme (*Petitclerc, Bull Acad Natl Med 2018, 202: 537-47*) . Par exemple :
 - Logiciels capables de prescrire la concentration sodée du dialysat
 - Diacontrol sur moniteurs Intégra-Physio (Hospal-Gambro-Baxter)
 - Module sodium sur moniteurs 6008 (Fresenius)
 - Logiciels capables d'optimiser les profils d'UF et de concentration sodée du dialysate
 - Hemocontrol sur moniteurs Evosys (Hospal-Gambro-Baxter)
 - BVC sur moniteurs 5008 (Fresenius)

Moniteurs d'hémodialyse (semi)-intelligents

- Ces algorithmes sont cependant loin de ce qu'est la véritable intelligence.
- Le terme “intelligence artificielle” a été associé :
 - d'abord au concept de “**système expert**”
 - puis au concept de “**réseau neuronal**” basé sur l'apprentissage (“machine learning”) nécessitant un très grand nombre de données (“big data”), voire sur l'auto-apprentissage (“deep learning”).

Systèmes experts

- Systèmes obéissant à un ensemble de **règles explicites**, souvent multi-intriquées, programmées par l'homme pour construire un **raisonnement**
 - En dialyse péritonéale : Diatélic
 - En hémodialyse : détection des abords vasculaires à haut risque de thrombose (*Chanliau, Béné et al, IJAO 2014, 37: 809-15*)
- Les systèmes experts sont généralement plus fiables (et donc considérés parfois plus intelligents) que l'homme car :
 - beaucoup plus rapides que l'homme, ce qui leur permet de prendre en compte un plus grand nombre de paramètres
 - et surtout infatigables pour effectuer une tâche routinière
- Les systèmes experts sont cependant encore loin de ce qu'est la véritable intelligence.
 - Pas de remise en cause en fonction des résultats

Qu'est-ce que l'intelligence ?

- **L'intelligence est la capacité d'interagir avec l'environnement afin de pouvoir s'adapter au changement**
 - **Exemple : apprentissage de la conduite**
 - **Algorithme intelligent : système capable d'évoluer en dehors d'une situation prédéfinie**
 - **donc capable de donner une réponse satisfaisante ou de faire une action adaptée même s'il rencontre une situation qui ne lui a pas été décrite telle quelle**

Réseaux neuronaux (artificiels)

- Réseau neuronal : algorithme s'inspirant des interactions entre neurones
 - Pas de règles explicites
 - Le but est de trouver des liens (corrélations) entre les variables d'un problème, ou plus précisément entre des entrées et des sorties
- Principe : **apprentissage** par l'exemple
 - On montre au programme informatique des cas particuliers (données entrantes) afin qu'il ajuste ses paramètres pour que sa réponse (données sortantes) colle à la bonne réponse (fournie durant la période d'apprentissage)
 - Le programme devient alors capable de généralisation, ce qui lui permet de donner une bonne réponse (sortie) à de nouveaux cas (nouvelles données) qui ne lui ont pas été décrits lors de la phase d'apprentissage

- **Contraintes**

- Nécessite un apprentissage validé par un expert sur un très grand nombre de cas et donc le recueil d'un très grand nombre de données (big data)
- Requiert une énorme puissance de calcul disponible depuis seulement quelques années

- **Avantages :**

- Peuvent prendre en compte les interactions entre un nombre très élevé de facteurs
 - Prédiction de l'hypotension per dialytique
 - Prédiction de la dose d'EPO optimale (algorithme Fresenius)
- Ont la capacité d'apprendre par eux-mêmes en interagissant avec leur environnement (algorithme auto-apprenant ou "deep learning")
 - ce qui leur permet de modifier continuellement (dans le sens de l'amélioration) les corrélations

- **Exemples** (dans le domaine de la santé) : algorithmes utilisant des critères de ressemblance pour le classement de données :

- Diagnostic du mélanome cutané (*Esteva et al, Nature 2017, 542: 115-8*)
- Pronostic du cancer du poumon (*Yu et al, Nat Commun 2016, 7: 124*)

Réseaux neuronaux

- Les réseaux neuronaux sont encore loin d'être intelligents car la véritable intelligence possède la capacité d'**explicitement le raisonnement**
 - Exemple : recommandations de bonnes pratiques
- Les réseaux neuronaux sont incapables d'expliquer la relation entre les données qui leur sont fournies (entrées) et le diagnostic ou la conduite à tenir qu'ils proposent (sorties)
 - Ils utilisent des critères de ressemblance pour classer ou décider
 - Mais ils manquent d'explicabilité (ils n'expliquent pas le classement ni la décision)

Les limites de l'IA

- **Fiabilité**
 - Les algorithmes basés sur l'apprentissage réussissent souvent mieux que l'homme
 - Mais quand ils se trompent, ils font des erreurs qu'aucun humain ne ferait !
- **Biais**
 - Liés à l'apprentissage
- **Robustesse**
 - Aux cyberattaques

Jusqu'où accepter l'autonomie de machines qui peuvent décider pour nous ?

Les questions posées par l'IA

- **Règlementation**
 - Comment faire face au manque de transparence des algorithmes quant aux méthodes qu'ils utilisent pour traiter les données et décider des résultats ?
 - Cf directive de l'Union Européenne exigeant un droit à l'explication de toute décision prise par un algorithme d'IA
- **Responsabilité**
 - Comment appréhender la notion de responsabilité lors de l'utilisation de machines utilisant ces algorithmes ?

Il est urgent de rendre publiques les valeurs que les concepteurs d'algorithmes introduisent dans leurs logiciels

L'avenir de l'IA

- **Malgré leurs limites, les algorithmes dits “intelligents” seront de plus en plus utilisés, y compris dans le domaine de la santé**
 - Par exemple pour analyser les multiples données de santé enregistrées par les appareils connectés afin de sélectionner beaucoup plus efficacement les patients admis à participer à un essai thérapeutique
- **Ce qui peut poser le problème de la marchandisation des données de santé**

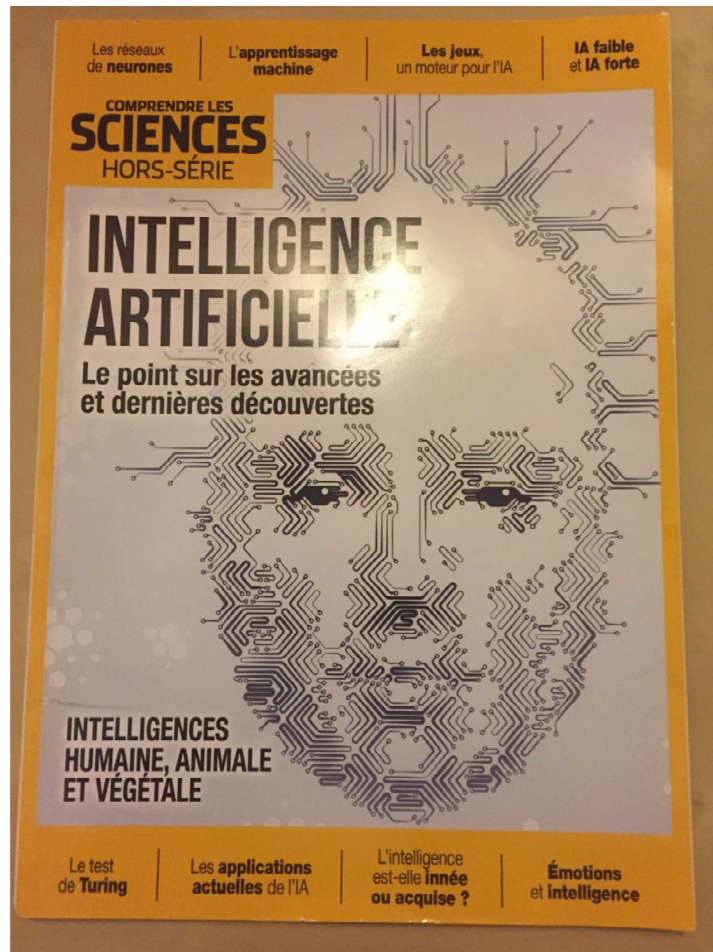
Ce qu'il faut retenir

- Les algorithmes intelligents d'aujourd'hui, basés sur les réseaux neuronaux, sont incapables d'expliquer la relation entre les données qui leur sont fournies (entrées) et le diagnostic ou la conduite à tenir qu'ils proposent (sorties)
- Une directive européenne interdit d'implanter dans une machine un algorithme amené à prendre une décision sans qu'elle soit validée par un expert humain
 - ce qui est une entrave au progrès, car la fiabilité de ces algorithmes, bien que non absolue (le risque zéro n'existe pas), est généralement supérieure à celle de l'homme !

En conclusion

- Les immenses progrès que semble promettre l'apport de l'intelligence artificielle dans le domaine de la santé ne doivent pas faire craindre sa venue
- Mais l'énorme défi de la recherche actuelle est d'essayer de mieux comprendre le fonctionnement (raisonnement) des réseaux neuronaux afin de ne pas perdre totalement le contrôle sur des algorithmes auto-apprenants qui commencent à s'en sortir sans nous !

Merci



Hors-Série
de juillet 2019



Cahier du « Monde »
du 27 février 2019