



Les technologies numériques HPC/HPDA au service de la santé **Réflexion de TERATEC pour le développement de l'usage de ces technologies en France**

Communiqué Juin 2020

Les technologies numériques notamment HPC/HPDA vont jouer un rôle moteur dans le domaine de la santé à tous les niveaux, de l'étude des mécanismes fondamentaux à la recherche de nouvelles molécules et de nouvelles thérapies, au suivi d'épidémies et au développement de la télémédecine et de la médecine personnalisée.

La très grave crise sanitaire causée par la Covid-19, a démontré l'importance de ces technologies numériques de calcul intensif, de modélisation et de simulation, d'apprentissage par les données et d'intelligence artificielle pour accélérer la mise au point des outils pour la combattre. La France dispose dans le domaine médical et dans le secteur des technologies numériques de compétences de premier plan qui doivent lui permettent de jouer un rôle de pionnier dans ce secteur.

Les thématiques présentées ci-après, sans être exhaustives, illustrent la variété des applications possibles et le potentiel du HPC/HPDA pour contribuer à l'amélioration de la Santé.

1. Patient numérique - essais et qualification de médicaments et médecine personnalisée

Depuis quelques années on voit se développer le concept de « **jumeau numérique** » dans de nombreux secteurs industriels. Le domaine de la santé devrait pouvoir en bénéficier rapidement. On peut envisager à court terme de disposer de jumeaux numériques pour certaines fonctions du corps humain. Dans un avenir un peu plus lointain, on peut envisager un jumeau numérique personnalisé, prenant en compte les paramètres de chacun. Ce jumeau numérique jouera un rôle fondamental notamment sur les deux problématiques suivantes :

- Les certifications de nouveaux médicaments et de vaccins et leurs essais thérapeutiques. L'utilisation des jumeaux numériques doit permettre de réduire considérablement les essais cliniques et donc les délais de certification.
- Le développement de la médecine personnalisée et le suivi des patients. Il est concevable à terme de disposer pour chaque patient de son double numérique avec tous les paramètres actualisés au cours de sa vie en prenant en compte les différentes données régulièrement recueillies. Ceci doit permettre d'adapter des traitements aux spécificités du patient, notamment par l'utilisation de modèles élaborés de pharmacocinétique

Un jumeau numérique sera nécessairement un modèle extrêmement complexe des différentes fonctionnalités du corps humain. Son développement sera une action de très grande ampleur qui va nécessiter de mobiliser de nombreuses équipes pluridisciplinaires sur de longues périodes. On est à l'aube de ce qui s'est déroulé dans l'industrie ces trente dernières années. Il s'agit d'une révolution numérique fondamentale.

2. Médecine à domicile et suivi du patient

Avec le vieillissement de la population, le développement des maladies chroniques et des multi-pathologies et avec l'émergence de plus en plus fréquente de grandes épidémies, il est essentiel de

Association TERATEC

Association régie par la loi du 1er juillet 1901 modifiée et le décret du 16 août 1901 – SIRET 507 429 728 00011
Siège Social et Secrétariat : TERATEC - Campus Teratec - 2, rue de la Piquetterie - 91680 BRUYERES-LE-CHATEL
Tel.: +33(0)9 70 65 02 10 - infos@teratec.fr - www.teratec.eu

développer des systèmes complémentaires du système hospitalier actuel reposant sur la médecine à domicile intégrant la télémédecine. La disponibilité de capteurs multifonction et d'injecteurs de traitements relativement peu coûteux, l'existence de capacités de transmission numérique fiables et sécurisées et la mise au point de thérapies adaptées permettent d'envisager très rapidement le déploiement de cette approche à grande échelle.

D'autres bénéfices sont également attendus de cette approche qui permettra de recueillir un nombre considérable de données extrêmement utiles pour la recherche de médicaments et l'impact des diverses thérapies. C'est également un instrument de base pour la prévention en permettant la détection en amont de différents risques de santé tels que Alzheimer ou AVC.

Son déploiement nécessitera des moyens de calcul très importants pour traiter l'ensemble des données patients, tant dans les phases de détection de maladies, de prévention que de traitement. Il fera appel aux travaux les plus récents en termes de traitement des données et d'intelligence artificielle.

3. Nouvelles molécules – nouveaux médicaments

Les capacités de séquençage du génome et de traitement des données associées ont fait des progrès considérables ces dernières années. On peut maintenant disposer de bases de données massives de génomes que l'on peut croiser avec les bases de données, elles aussi gigantesques, de molécules et de médicaments. Cependant le traitement adapté de ces données va nécessiter des travaux importants en termes de d'analyse et d'apprentissage intelligent. Par ailleurs il faudra aborder d'autres étapes dans la complexité, en passant du stade de la génomique à celui de la protéomique et de la molécule, voire du système lui-même. Ceci accroît considérablement la complexité et la taille des problèmes à traiter numériquement. Tous ces travaux doivent également participer au développement et à la mise en place à grande échelle du concept de médecine personnalisée.

4. Epidémiologie et traitement des données

Le développement de la pandémie du Covid-19 a démontré, si cela était utile, la nécessité de disposer très tôt de signaux annonciateurs de futures épidémies et de connaître au mieux les caractéristiques de celles-ci. Ceci doit se faire à partir d'un réseau de capteurs personnalisés, d'informations de terrain (réseau sentinelle...) et d'algorithmes adaptés à la détection de signaux faibles dans de très grandes bases de données.

Il est essentiel de poursuivre le développement et l'exploitation de grands modèles de propagation d'épidémies. De tels modèles existent déjà et ont démontré leur capacité à prévoir, mais il est indispensable d'en augmenter encore la complexité en prenant en compte davantage de paramètres, afin d'en augmenter le caractère prédictif et les spécificités locales. Ils demanderont de ce fait des puissances de calcul de plus en plus grandes. Ces modèles reposent sur des approches probabilistes demandant un très grand nombre de simulations et sont donc très coûteux en temps de calcul. Des travaux importants doivent être entrepris pour la mise au point de ces algorithmes et leur validation. Leur implémentation nécessitera des moyens puissants de traitement et d'analyse des données.

5. Bio-production

La production des médicaments ou des vaccins à grande échelle pose des problématiques très spécifiques notamment en termes de contrôle des process et de respect des fortes contraintes de qualité et de traçabilité. Il convient d'adapter aux spécificités du domaine médical les grandes technologies développées dans le cadre de ce qu'il est usuel de nommer l'Industrie 4.0.

- Le développement de méthodes et d'outils innovants pour le contrôle des processus de production en s'appuyant sur les technologies d'apprentissage par les données. Ceci fera appel aux technologies les plus récentes en Intelligence Artificielle embarquée

- La mise au point de méthodes pour la conception des procédés de production. Il s'agit de pouvoir personnaliser ces lignes de production suivant les caractéristiques très variables des productions.

Ces exemples illustrent le rôle majeur que vont jouer les technologies numériques et tout particulièrement les outils HPC/HPDA dans le nouveau système de santé que la France se doit de construire. A l'heure où d'importantes discussions sont en cours, il est essentiel pour notre pays de prendre en compte de manière essentielle ces technologies numériques qui contribueront à la mise en place d'un nouveau système de santé performant au meilleur niveau mondial.