

## Conseil scientifique de l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I)

### Recommandations résultant du séminaire « Systèmes et architectures intégrés matériel logiciel pour l'Intelligence Artificielle »

L'Intelligence Artificielle est une des sciences qui marquera le plus profondément ce siècle, l'humanité progressant à pas de géants dans ce domaine. Les progrès incessants en apprentissage statistique, par exemple, catalysent et ouvrent des perspectives nouvelles dans tous les champs disciplinaires comme les sciences humaines et sociales, la biologie, l'environnement, la médecine etc.

Ceci s'accompagne naturellement de défis multiples : sociétaux, éthiques mais aussi scientifiques et technologiques. Les progrès ininterrompus réalisés en apprentissage sont conditionnés par l'avènement d'architectures de calcul toujours plus performantes. Les moyens de calculs mobilisés aujourd'hui sont de plus particulièrement énergivores, à un tel point que l'empreinte carbone de l'IA devient préoccupante.

Le Conseil Scientifique de l'Institut CNRS des Sciences de l'Information et de leurs Interactions (INS2I) a organisé le 22 septembre 2020 le séminaire « Systèmes et architectures intégrés matériel logiciel pour l'Intelligence Artificielle », visant à faire le point sur ces questions et à dégager des recommandations pertinentes.

Trois intervenants ont été invités par le CSI à s'exprimer sur différents aspects :

- Ian O'Connor (INL, Directeur du GdR SoC2): « *Le GdR SoC2 et l'IA embarquée* »
- Marc Duranton (CEA Fellow) : « *Considérations énergétiques de l'IA et perspectives* »
- Julie Grollier (Unité Mixte de Physique CNRS/Thales - UMPHy) : « *Circuits neuromorphiques et IA* »

Les présentations des trois intervenants ont permis d'apprécier la dimension très largement pluridisciplinaire des travaux menés à l'échelle européenne mais également nationale. L'IA apparaît omniprésente dans les divers champs scientifiques avec des initiatives de natures diverses faisant progresser, utilisant ou contribuant à l'IA. Il se dégage en particulier un verrou préoccupant s'agissant de l'efficacité énergétique des architectures matérielles exploitant les technologies de fabrication conventionnelles (Silicium, CMOS, numérique). Ceci oppose un frein à la vision ubiquitaire de l'IA qui se dessine pour demain, avec notamment une approche fortement décentralisée (Edge AI) qui impose des performances énergétiques hors de portée des systèmes et architectures d'aujourd'hui.

L'émergence d'approches interdisciplinaires et en rupture, apparaît comme une nécessité pour relever les défis de demain. On peut, de manière macroscopique, distinguer trois composantes principales dans les recherches menées : *modèles de calcul, architectures de calcul et technologies*.

Au titre des *modèles de calcul*, on pourra citer les initiatives très prometteuses qui invitent à repenser les modèles mathématiques pour l'apprentissage, dans la droite lignée des travaux émanant à la fois de la physique statistique (machine de Boltzmann, réseaux de Hopfield) et des sciences de la cognition / neurosciences (neuromorphique), par exemple. On relève également des travaux tout aussi prometteurs visant à repenser les *architectures de calcul* (calcul en mémoire), le codage et le traitement de l'information (calcul approximatif, réseaux à impulsion). Enfin, les travaux exploitant les *technologies* émergentes (memristors, mémoires magnétiques) mais aussi par extension les technologies quantiques sont également d'une importance capitale pour atteindre des gains de plusieurs ordres de grandeur.

A la lumière de la nature très fortement pluridisciplinaire des ruptures scientifiques en maturation, les recommandations du CSI à destination de l'INS2I sont donc comme suit :

- Si l'INS2I occupe une place centrale dans le domaine de l'IA, la très forte pluridisciplinarité sous-jacente induit pour la communauté une vision partielle des opportunités scientifiques d'interactions à l'interface avec d'autres instituts (notamment INSIS, INP mais aussi INSB) sur le sujet large du matériel, qu'il soit informatique, physique ou encore biologique, pour l'IA de demain. La mise en place d'une plateforme dont la forme et le périmètre reste à définir, permettant une structuration des compétences académiques apparaît ainsi comme une approche pertinente pour casser les « silos » et ainsi contribuer à l'émergence d'une communauté IA transverse avec comme dénominateur commun le support d'exécution. Les DAS ainsi que les chargés de missions IA de l'institut pourraient coordonner cette action, en sollicitant les GDR actifs sur les sujets traités (SoC<sup>2</sup>, BioComp, IA, MADICS etc.) ainsi que la société Savante Francophone d'Apprentissage Machine (SSFAM) pour alimenter cette plateforme.
- La mise en place de moyen incitatifs inter-instituts, à travers la MITI par exemple, permettrait de catalyser des collaborations sur des directions qui pourraient être esquissées (sur les 3 axes précédents : modèles de calcul, architectures de calcul, technologies) et soumises à la MITI. La nature ouverte de ces appels est ici essentielle pour faire émerger des dynamiques collaboratives interdisciplinaire sur l'IA.
- Les moyens courants et à venir sur l'IA « sobre » dans le cadre du plan de relance, mais aussi du « Green Deal » peuvent s'inscrire dans le prolongement de cette logique, avec des objectifs plus ambitieux. L'institut pourrait ici être proactif dans une démarche de rationalisation des efforts à travers des échanges avec les autres instituts CNRS mais aussi les instituts 3IA et contribuer à provoquer des inflexions constructives, aussi auprès des agences telles que l'ANR.

Isabelle Queinnec  
Présidente du Conseil scientifique de l'INS2I

Recommandation adoptée le 29 mars 2021  
20 votants : 18 oui, 2 abstentions



**Destinataires :**

- M. Ali CHARARA, directeur de l'INS2I
- M. André LE BIVIC, directeur de l'INSB
- Mme Astrid LAMBRECHT, directrice de l'INP
- M. Jean-Yves MARZIN, directeur de l'INSIS
- M. Jacques MADDALUNO, directeur de l'INC
- M. Ian O'CONNOR, directeur du GDR SoC2
- M. Sylvain SAIGHI, directeur du GDR BIOCOMP
- M. Sebastien KONIECZNY, directeur du GDR IA
- Mme Sarah COHEN BOULAKIA, directrice du GdR MaDICS
- M. Eric GAUSSIER, directeur de l'Institut 3IA MIAI@Grenoble-Alpes
- M. Charles BOUVEYRON, directeur de l'Institut 3IA Côte d'Azur
- Mme Isabelle RYL, directrice de l'Institut 3IA PRAIRIE
- M. Nicolas VIALLET, directeur de l'Institut 3IA ANITI

**Copies à :**

- Mme Dorothée BERTHOMIEU, présidente du Conseil scientifique du CNRS
- Mme Martina KNOOP, directrice de la MITI du CNRS
- M. Amaury HABRARD, président de la Société savante francophone d'apprentissage machine (SSFAM)