

L'IRT SystemX, moteur de l'IA responsable pour transformer l'industrie de demain

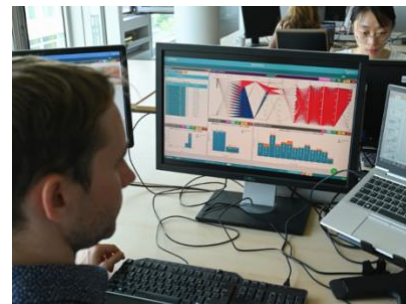
IRT SystemX

Centre d'intégration Nano-INNOV
Bât N3 – 2, boulevard Thomas Gobert
91120 Palaiseau

contact@irt-systemx.fr | www.irt-systemx.fr

Notre vision

Le marché de l'Intelligence Artificielle (IA) est tiré par plusieurs tendances : l'essor de l'IA générative et son application à de multiples cas d'usage industriels et serviciels, l'hybridation des outils classiques des ingénieries avec des modèles d'IA, et l'émergence de fonctionnalités plus sophistiquées rendues possibles notamment par les modèles fondationnels, qui viennent élargir le périmètre fonctionnel des systèmes et suscitent des attentes accrues en matière de performance, de polyvalence et de création de valeur. Les industries cherchent à tirer parti de ces opportunités pour accroître leur productivité et enrichir la valeur ajoutée de leurs produits, processus et services. Cependant, elles se heurtent à deux défis majeurs : le passage des démonstrateurs vers des déploiements opérationnels, ainsi que l'adaptation rapide à l'évolution constante de l'état de l'art, tant scientifique que réglementaire.



Nous sommes convaincus que la véritable valeur de l'IA réside, non pas dans les modèles eux-mêmes, mais dans son niveau d'acceptabilité et sa capacité à être intégrée efficacement aux systèmes. C'est pourquoi nous plaçons la confiance au cœur de nos travaux : elle est, selon nous, la clé pour libérer tout le potentiel d'innovation que l'IA peut offrir à nos industries.

Dans ce contexte, nous pilotons depuis plus de 10 ans des projets de R&T multi-partenaires et multi-filières - à l'instar de Confiance.ai, programme structurant de la stratégie nationale pour l'intelligence artificielle - pour proposer des solutions adaptées et *by-design* à nos partenaires.

Une approche centrée sur les besoins industriels en matière d'IA

L'IA industrielle et responsable est au cœur du positionnement de l'IRT SystemX. Pour que l'IA s'impose dans des secteurs industriels stratégiques tels que l'aéronautique, l'automobile, l'énergie ou encore la défense, elle doit apporter suffisamment de garanties de sûreté, de sécurité et d'éthique. C'est d'autant plus vrai lorsqu'il s'agit de systèmes dits critiques, pour lesquels le droit à l'erreur n'existe pas.

L'intégration de l'IA dans les systèmes industriels est un défi majeur pour les acteurs. D'une part parce qu'elle nécessite la mise en œuvre d'une **approche de bout en bout pour spécifier, concevoir, évaluer et opérer ces systèmes en toute confiance** et ce, tout au long de leur cycle de vie. Et d'autre part, parce qu'ils doivent s'assurer de la conformité de leurs systèmes intégrant des composants d'IA avec les réglementations européennes, parmi lesquelles l'AI Act.

Pour cela, nous veillons à garantir un haut niveau de confiance dans les systèmes développés, en intégrant des principes de robustesse, d'explicabilité et de quantification d'incertitudes. Dans le cadre du programme **Confiance.ai**, SystemX en association avec près d'une cinquantaine de partenaires de premier plan, a établi l'état de l'art en matière d'ingénierie de l'IA de Confiance : une [méthodologie de bout en bout](#), éprouvée sur des cas d'usage industriels et un [catalogue d'outils de confiance](#) à disposition des communautés scientifique et industrielle pour favoriser la conception d'applications



industrielles intégrant des composants d'IA de confiance, en toute sécurité, conformes aux exigences de la réglementation européenne.

A travers ce programme, l'IRT SystemX est devenu un acteur de référence de l'IA de confiance dans les écosystèmes français et européen. Grâce à son expertise et à son réseau, l'institut est désormais un véritable moteur d'innovation et de transformation qui favorise l'émergence d'une IA industrielle et responsable. L'institut a également joué un rôle clé dans l'élaboration de normes et standards européens pour évaluer et certifier les composants IA.

Stratégie 2030 : approfondir, pérenniser, industrialiser

Afin de pérenniser les résultats du programme Confiance.ai, l'IRT SystemX conduit une stratégie en trois volets :

- **Approfondir les résultats obtenus et relever les défis associés à d'autres typologies d'IA**, telles que les LLM (*Large Language Model*), l'IA générative, ou encore en intégrant les approches hybridant l'IA avec des connaissances physiques ou humaines, ou en s'attaquant aux enjeux de cybersécurité dans le cadre de nouveaux projets de R&D.
- **Pérenniser et diffuser les méthodes et outils issus du programme via la création de la [European Trustworthy AI Association](#)**, portant l'ambition de devenir le fer de lance de la stratégie européenne en matière d'IA industrielle et responsable.
- **Industrialiser l'IA de confiance en guidant les acteurs vers des solutions offertes par un réseau d'experts et de fournisseurs de services adaptés à leurs besoins**, qu'il s'agisse de formation (ex : [Mastère spécialisé IA de confiance](#)), d'aide à la mise en conformité ou encore de solutions pour soutenir le déploiement de l'IA de confiance dans l'industrie.



L'open-source comme levier pour accélérer l'adoption de l'IA

La stratégie de l'IRT SystemX inclut une ouverture vers l'open source pour maximiser l'impact de ses travaux et favoriser l'adoption la plus large possible – à l'échelle européenne, voire mondiale - de la méthodologie de bout en bout et du [catalogue d'outils](#). Cette approche renforce la transparence et favorise la collaboration, tout en offrant à un large public les moyens de tester, d'adopter et d'améliorer les solutions.

En partageant ses développements technologiques, SystemX aspire à devenir un acteur central dans la diffusion des bonnes pratiques et des standards pour l'IA de confiance, ainsi qu'à maintenir et à développer une large communauté nationale et internationale d'excellence sur l'IA de confiance.



Vers une ouverture à l'international

Au-delà de la mise en place de coopérations scientifiques et technologiques avec des acteurs internationaux, l'institut s'implique dans des comités de standardisation (ex : ISO, CEN CENELEC et AFNOR), ainsi qu'au sein de l'AI Trust Alliance, en vue de contribuer à l'élaboration de normes mondiales. Par le biais de ces collaborations, l'institut affirme sa volonté de jouer un rôle de premier plan dans la transformation numérique des industries à l'échelle mondiale

Nos impacts emblématiques

Fiabiliser les données des systèmes critiques industriels

L'IRT SystemX, en collaboration avec Air Liquide, le CEA, Inria, l'IRT Saint-Exupéry et Thales, a développé TADkit : un démonstrateur open-source destiné à améliorer la qualité des données et à identifier les biais dans les systèmes critiques. Il contient et permet d'utiliser concomitamment plus d'une dizaine de méthodes novatrices autour de la problématique de détection d'anomalies dans les séries temporelles. Les travaux ont été menés dans le cadre du programme Confiance.ai porté par l'IRT SystemX.



TADkit promet de transformer la manière dont les industriels analysent les données de séries temporelles. Ce démonstrateur participe à la construction des outils de monitoring pour la détection d'anomalies en contexte industriel, et vient renforcer la prise de décisions éclairées par des solutions d'intelligence artificielle (IA).

Ce démonstrateur a été mis au point dans le cadre du programme de R&D Confiance.ai afin de mesurer la qualité et la représentativité de données, tout en identifiant les biais susceptibles de conduire à des décisions erronées dans des systèmes critiques. Les travaux menés par l'IRT SystemX dans ce cadre agrègent plus d'une dizaine de méthodes inédites – alliant design de réseaux de neurones profonds, analyse topologique des données ou encore quantification d'incertitude – autour de la détection d'anomalies qui informent sur le fonctionnement d'un système complexe tout au long de son cycle de vie.

TADkit rassemble ces nouvelles méthodes d'IA à l'état de l'art dans une seule boîte à outils. Ce démonstrateur open source permet aux utilisateurs de paramétrer, de comparer et de combiner des méthodes de détection d'anomalies complexes pour optimiser leurs modèles et détecter activement les biais dans les données.

« TADkit regroupe plus d'une dizaine de composants opérationnels innovants, qui ont été appliqués sur des cas d'usage d'Air Liquide et de Naval Group dans le cadre du programme Confiance.ai. Il a notamment fait l'objet d'une publication reçue dans la prestigieuse revue Journal of Machine Learning Research (JMLR). Techniquement, c'est un véritable couteau suisse, à la fois ergonomique et déjà doté d'une maturité technologique de niveau 3. Ces caractéristiques sont essentielles pour intégrer des solutions d'IA de pointe. »

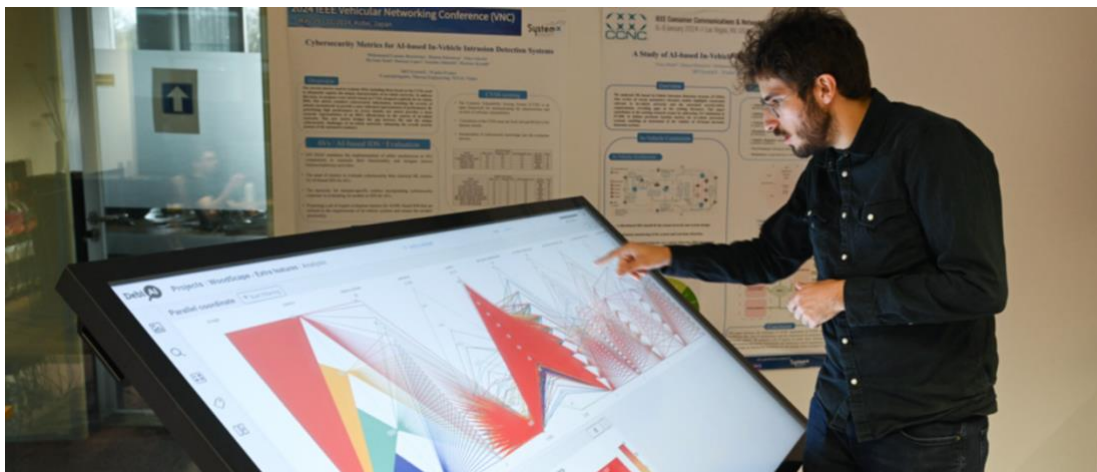
Martin Royer, Architecte de l'équipe Science des données et IA, IRT SystemX

Contactez-nous !

Vous souhaitez en savoir plus ? Écrivez à martin.royer@irt-systemx.fr

Optimiser le data profiling des projets d'intelligence artificielle

Dans le cadre du programme **Confiance.ai**, l'IRT SystemX a développé **DebiAI**, un outil open source de data profiling conçu pour optimiser la qualité de les datasets et la performance des modèles d'intelligence artificielle (IA).



La qualité des jeux de données et la performance des modèles jouent un rôle crucial dans la réussite des projets R&D et industriels qui s'appuient sur les technologies d'IA. DebiAI répond aux besoins croissants des acteurs industriels en matière d'utilisation et de maîtrise des modèles d'IA, en leur offrant une solution complète pour l'analyse de leurs données et la détection instantanée de biais. Cet outil permet aux data scientists d'améliorer la performance et la précision de leurs modèles, et de faciliter ainsi une prise de décision plus éclairée, basée sur des datasets de confiance.

DebiAI a su s'imposer comme un outil de référence dans l'exploration de datasets complexes et l'évaluation contextuelle des modèles. Testé dans le cadre de plusieurs cas d'usage, portés notamment par Thales et Safran, DebiAI a démontré son efficacité dans des environnements industriels exigeants. Sa force repose sur sa nature open source, facilitant son adoption et son intégration. Une version publique de l'outil est disponible pour démonstration et prise en main.

« DebiAI est bien plus qu'un simple outil d'analyse de données. Il s'agit d'un catalyseur de performances pour les projets d'intelligence artificielle, qui appartient à la nouvelle famille des outils appelés HCAI (Human-Centered Artificial Intelligence), capables de faciliter l'exploration de datasets complexes et d'aider à optimiser les modèles pour des résultats fiables et robustes, de façon ergonomique. »

Raphaël Braud, Responsable de l'équipe sciences des données et IA, IRT SystemX, IRT SystemX

Contactez-nous !

Vous souhaitez en savoir plus ? Écrivez à raphael.braud@irt-systemx.fr, loic.cantat@irt-systemx.fr et remi.boyer@irt-systemx.fr

Booster la performances des modèles IA en conditions adverses

Dans le cadre de son programme Confiance.ai, l'IRT SystemX a développé une librairie open-source baptisée NeuralDE (Neural Domain Extension). Celle-ci permet à des modèles de *machine learning*, initialement conçus dans des conditions météorologiques optimales, de préserver leurs performances en environnement dégradé. Les travaux menés ont permis de renforcer la robustesse et la fiabilité de fonctionnement des modèles d'Air Liquide pour le comptage automatique d'objets dans des conditions météorologiques adverses.



Pour apprendre, les modèles de *Machine Learning* (ML) ont besoin de s'entraîner sur la base d'une immense quantité de données. Leur apprentissage doit, en principe, porter sur tous les scénarios possibles. Mais des scénarios imprévisibles apparaissent inexorablement dans un contexte industriel où interviennent des facteurs humains et environnementaux. De plus, certaines données sont difficiles à obtenir et à exploiter. Le défi réside donc dans la capacité à proposer des modèles de ML qui maintiennent leur fonctionnement sur des scénarios pour lesquels aucune ou peu de données réelles ne sont disponibles.

Air Liquide utilise des caméras dotées d'un système à base d'IA pour le comptage automatique d'inventaire en plein air. Entraîné majoritairement de jour et par temps ensoleillé, cet outil de comptage s'avère sensiblement moins performant la nuit ou en cas d'intempérie (par exemple, pluie et nuit peuvent aboutir à une baisse de résolution).

Les défis à relever sont donc multiples :

- Comment détecter en temps réel ces nouveaux scénarios ?
- Comment dresser une analyse de sensibilité du système face à ces perturbations ?
- Comment proposer un outil garantissant le bon fonctionnement du système dans ce contexte, recueillir, annoter et augmenter la quantité de ces nouvelles données pour des entraînements ultérieurs ?

L'IRT SystemX a mis au point une librairie de pré-traitement des données en déploiement pour éliminer les nuisances (gouttes de pluie, flocons de neige, etc.). NeuralDE a ainsi permis de réduire de moitié l'erreur de comptage de nuit, pour arriver à des performances de précision au-dessus de 98 %, grâce à un prétraitement des données et à une meilleure maîtrise des nouvelles données.

« Nous sommes fiers des travaux que nous avons menés, qui ont abouti à un déploiement de NeuralDE dans la chaîne de production d'Air Liquide. », **Martin Gonzalez**, Responsable du projet Robustesse, Incertitude et Monitoring, Confiance.ai / IRT SystemX

Contactez-nous !

Vous souhaitez-en savoir plus ? martin.gonzalez@irt-systemx.fr

Révolutionner la supervision et le pilotage des systèmes critiques

La plateforme InteractiveAI, fruit d'une collaboration entre l'IRT SystemX, Dassault Aviation, Orange, RTE et SNCF, accompagne la supervision et le pilotage des systèmes critiques et complexes grâce à une approche innovante associant des technologies d'IA interactive et d'interaction Homme-Machine.

InteractiveAI propose un assistant interactif conçu pour accompagner les opérateurs dans leurs prises de décision. InteractiveAI se distingue par sa capacité à prendre en compte les facteurs humains, permettant ainsi une utilisation plus pertinente de l'assistant et une optimisation des performances de l'IA.

Reposant sur les principes de la conception centrée utilisateur, la plateforme met à disposition un framework open-source destiné aux industries pilotant des systèmes critiques (avions, voitures, trains) ou supervisant des réseaux sensibles (transport, électricité, télécommunications). Elle leur permet de personnaliser les interfaces de leurs assistants et d'intégrer aisément des modules d'IA avancés, offrant ainsi des solutions sur mesure pour des environnements complexes et exigeants.



« Conçu dans le cadre du projet CAB (Cockpit et Assistant Bidirectionnel) de l'IRT SystemX, la plateforme InteractiveAI a permis le développement d'assistants bidirectionnels adaptés aux besoins spécifiques de ses partenaires. Ces derniers aident les opérateurs à accomplir leurs tâches quotidiennes en milieu complexe, tout en ouvrant la voie à une industrialisation des assistants interactifs. »

Maroua Meddeb, cheffe de projet, IRT SystemX

Focus : des résultats concrets pour un rayonnement européen et international

4 transferts technologiques vers des partenaires du projet CAB (RTE et Orange) et des acteurs européens (Flatlandet EnliteAI).

- InteractiveAI sert de socle technologique au projet H2020 AI4REALNET, renforçant ainsi son rôle en tant que plateforme de référence dans le domaine de l'IA interactive.
- Le projet a donné lieu à la publication de 8 articles scientifiques, contribuant à l'avancée des connaissances dans les domaines de l'IA et des interactions Homme-Machine.

Contactez-nous !

Vous souhaitez-en savoir plus ? maroua.meddeb@irt-systemx.fr

Former les futurs experts de l'IA de confiance

Porté par l'IRT SystemX et CentraleSupélec Exed, le Mastère spécialisé® Intelligence Artificielle de Confiance vise à accompagner une nouvelle génération de professionnels dans la conception, le développement et le déploiement des solutions d'IA de confiance dans l'industrie et les services. Il a été conçu en étroite collaboration avec CentraleSupélec et les industriels, sur la base de leurs besoins et des défis technologiques auxquels ils sont confrontés et qu'ils ont exprimés dans le programme Confiance.ai.



Le partenariat établi entre l'IRT SystemX et CentraleSupélec Exed pour la construction de ce Mastère Spécialisé® combine l'expertise académique de CentraleSupélec Exed et le savoir-faire de l'IRT SystemX dans le développement de solutions innovantes et fiables en matière d'IA. Cette association d'excellence propose une formation certifiante de premier plan, et la reconnaissance et la confiance de la Conférence des Grandes Écoles nous honorent et agissent comme un catalyseur pour le travail à fournir. Les enseignements qui seront dispensés allient connaissances théoriques de pointe et applications pratiques, tout en se concentrant sur les aspects cruciaux de la confiance et de l'éthique des systèmes à base d'IA.

La première promotion de ce Mastère Spécialisé® a fait sa rentrée en septembre 2024. Elle rassemble 12 jeunes diplômés et professionnels opérant dans tous les domaines de l'ingénierie logicielle, matérielle ou technologique, et confrontés à la mise en œuvre de systèmes industriels intégrant de l'IA. Ils auront l'opportunité d'explorer des sujets tels que : l'éthique de l'IA, la transparence et la sécurité des systèmes intégrant de l'IA, ou encore la fiabilité, l'explicabilité et la robustesse des algorithmes. Les connaissances transmises par les ingénieurs chercheurs de l'institut et les compétences développées par les apprenants de cette promotion seront très recherchées à l'avenir.



« Après avoir envahi nos vies et nos loisirs, l'intelligence artificielle est en train de bouleverser le monde des entreprises, y compris celles travaillant sur des systèmes ayant des exigences élevées en termes de sécurité, de fiabilité, de performances et qui ont besoin d'une IA de confiance, adaptée à leurs cas d'usage. La difficulté d'intégrer l'IA dans les systèmes dits critiques ne tient pas uniquement à cette technologie. Deux autres défis doivent être adressés. Le premier est celui de la capacité à intégrer l'IA de confiance dans une démarche d'ingénierie systémique, depuis la conception jusqu'aux tests et validation, ce qui nécessite de développer des méthodologies et des outils

adaptés. Ce défi est adressé par des programmes tels que Confiance.ai, dont nous sommes partenaire. Le deuxième défi est celui des compétences et des ressources humaines. Elles doivent, elles aussi, être adaptées aux besoins spécifiques de l'IA pour les systèmes critiques. Le Mastère spécialisé sur l'ingénierie de l'IA de confiance co-construit par CentraleSupélec et l'IRT SystemX répond à ce besoin. Tous les acteurs de Confiance.ai, mais aussi du Manifeste IA, et plus largement les entreprises des filières industrielles, se réjouissent de cette initiative car elle répond à un besoin pressant. »,

Marko Erman, SVP Chief Scientific Officer, Thales

« L'intelligence artificielle combine les mathématiques appliquées, les statistiques et l'informatique. Elle a plus de 70 ans d'existence et a réalisé des progrès remarquables. L'IA a démontré sa supériorité sur les humains dans des jeux comme les Échecs et le Go, et a aidé les médecins en analysant automatiquement des images médicales, permettant ainsi des diagnostics plus rapides et plus fiables. Elle a également permis la création de modèles de langage et de chatbots performants grâce au traitement du langage naturel. Mais les avancées les plus impressionnantes et les plus utiles restent venir. Un défi relever est de passer des preuves de concept aux produits industriels utilisables avec confiance. »,

Hugues Talbot, Professeur, Centre for Visual Computing,
CentraleSupélec, Inria, Université Paris-Saclay



Contactez-nous !

Vous souhaitez-en savoir plus ? claudiu.balan@irt-systemx.fr

DQM : une librairie open source pour révolutionner l'évaluation de la qualité des données d'IA dans l'industrie

Dans le cadre du programme Confiance.ai, SystemX, en collaboration avec Atos et le CEA, a développé la librairie open source DQM (Data Quality Metrics). Conçue en langage Python, cette solution permet d'évaluer la qualité des données utilisées dans le développement et l'évaluation des modèles d'intelligence artificielle (IA), en particulier dans des environnements industriels complexes.



La qualité des données est indispensable pour assurer la fiabilité des modèles d'intelligence artificielle. La librairie DQM apporte une réponse concrète à cette problématique en proposant des attributs de qualité pertinents et interprétables qui permettent d'évaluer des aspects critiques tels que la représentativité et la couverture des données dans des domaines opérationnels donnés.

Deux catégories de métriques ont été développées par les équipes de l'institut :

1. Les métriques inhérentes aux données (ex : représentativité, diversité) pour évaluer leur qualité avant la mise en place d'un modèle IA ;
2. Les métriques dépendantes du système (ex : couverture du couple « données-modèle »), qui mesurent l'impact des données sur les performances du système, une fois intégrées dans un modèle.

DQM a été développée comme un package Python « standalone » (indépendant d'autres outils), ce qui facilite son utilisation indépendante ou son intégration dans d'autres outils, notamment DebiAI¹. La librairie a été intégrée aux méthodologies de bout-en-bout de grands groupes industriels tels que Naval Group et Valeo, renforçant ainsi leur capacité à évaluer les données avec précision.

« Le potentiel de la librairie DQM est prometteur. Les expérimentations menées ont démontré son efficacité pour apporter une compréhension fine des données utilisées dans le processus d'apprentissage automatique. Intégrée dans la European Trustworthy Foundation créée par la communauté Confiance.ai, la librairie suscite un vif intérêt et ouvre la voie à de nouvelles applications dans divers secteurs industriels. Par ailleurs, un papier scientifique a été publié dans ATRACC, détaillant l'apport scientifique de la librairie. »,

Faouzi Adjed, ingénieur-chercheur et architecte Data IA, IRT SystemX

Contactez-nous !

Vous souhaitez-en savoir plus ? faouzi.adjed@irt-systemx.fr

¹ Outil open source de data profiling, développé par l'IRT SystemX, conçu pour optimiser la qualité des datasets et la performance des modèles d'IA

Contactez-nous



Vous souhaitez collaborer avec nous ? En savoir plus sur nos activités de R&D ?
Écrivez à **Raphaël Braud**, Responsable de l'équipe sciences des données et IA,
IRT SystemX :
raphael.braud@irt-systemx.fr

Plus d'informations sur www.irt-systemx.fr