

+ Rapport d'activités.

CENTRE AQUITAIN DES TECHNOLOGIES
DE L'INFORMATION ET ÉLECTRONIQUES



CATIE

20 25



CRT  centre de
ressources
technologiques



Crédits photos : CATIE, ACTENA, Haiku, Optikan

Nous remercions tous les collaborateurs du CATIE mis à contribution pour ce rapport d'activités

Imprimé par : Entreprise Adaptée IRIS - Avenue Joliot Curie - 17180 Périgny



Le CATIE participe au respect de l'environnement en concevant des documents imprimés avec des encres végétales sur du papier issu de la gestion durable des forêts par un imprimeur certifié Imprim'vert

+ Introduction et actualités	4	Le mot du Président
	6	Rétrospective 2025
	8	La galaxie CATIE
	10	Contexte et perspectives
+ Qui sommes-nous ?	12	Vos interlocuteurs
	14	Instances de gouvernance
	16	Comité d'Orientation Stratégique
	18	Engagement, missions et rayonnement
	20	L'exception CATIE
	22	Expertises et compétences croisées
	24	Notre périmètre d'action
+ Notre écosystème	26	Notre réseau
	28	ACTENA
	30	ENTER
+ Nos solutions	32	Plateformes d'innovation technologique
	38	Équipements du CATIE
	40	Salle d'expérimentation
+ La recherche	42	La RAG
	44	Thèses CIFRE
	52	Projets de recherche
+ L'accompagnement	68	EDIH Dihnamic
	70	Projets de transfert
+ Évènements by CATIE	78	Salons et manifestations
+ Interventions by CATIE	86	Conférences et tables rondes
+ Nous suivre	88	Réseaux sociaux et contacts

Le mot du Président.

Matthieu LEPINE
Brand Ambassador IMMERSION



Tenir le cap !

L'année 2025 qui s'est écoulée a été une nouvelle fois l'occasion pour le CATIE de démontrer sa capacité à réagir face aux aléas et aux difficultés.

Dans un contexte économique toujours incertain et complexe et après deux années particulièrement éprouvantes, **notre association a su redresser la barre**. Et je tiens particulièrement à souligner les efforts qui ont été faits par toute l'équipe pour retrouver une situation permettant aujourd'hui de naviguer avec une meilleure visibilité. Un travail de longue haleine qui se poursuivra en 2026 pour **maintenir ce cap**.

Des activités technologiques clés

Le socle technologique du CATIE est toujours aussi solide et adresse des problématiques majeures pour répondre aux **défis de demain**.

Il progresse continuellement par l'implication de nos

équipes dans de **nombreux projets de recherche collaboratifs** (régionaux, nationaux ou européens), la conduite de **thèses** ou notre participation aux **chaires** portées par la Fondation Bordeaux Université.

Un savoir-faire qui permet d'accompagner dans leur démarche d'**innovation** les entreprises, des PME aux Grands Groupes, en apportant nos multiples **expertises** sur les thématiques de l'Intelligence Artificielle embarquée et de confiance, la sobriété numérique, l'analyse de l'humain, la cybersécurité ou encore la robotique autonome et sociale. Des activités technologiques clés pour que notre écosystème industriel régional et national reste à la pointe et continue à se développer.

En 2026, cette vision technologique sera soutenue par la mise en place d'un **Comité d'Orientation Stratégique**. Le COS apportera un regard expert extérieur pour accompagner le CATIE notamment dans ses grandes orientations et ses programmes de **recherche**.

Des perspectives encourageantes

Fort de cette assise technologique en perpétuelle évolution, l'année 2025 a montré également des signes encourageants sur le plan du développement économique, avec un rebond des prestations à destination des entreprises.

Cette croissance est le fruit de nombreux travaux de **structuration de l'organisation** et de l'approche commerciale. La mise en place d'**outils** et d'un pilotage par des **indicateurs fins** a permis un suivi précis de l'activité. Et au-delà de l'implication au quotidien des équipes, le réseau de promoteurs (pôles de compétitivité, clusters, chambres consulaires, technopoles...) est devenu un relais essentiel pour mieux faire connaître une offre plus claire.

Bien que la situation soit toujours délicate, ce **rebond**, associé à une **organisation repensée**, offre de meilleures perspectives pour affronter l'année 2026, au cours de laquelle l'essai devra être transformé.

Un écosystème territorial toujours dynamique

La Nouvelle-Aquitaine est riche de nombreuses structures qui, chacune avec leur spécialité, soutiennent le développement économique et technologique de notre

territoire. Un **maillage** au sein duquel s'inscrit le CATIE. Un maillage nécessaire, car il n'est pas envisageable d'agir seul pour répondre à tous les défis. Et à cet effet, le **CATIE est impliqué et moteur dans et auprès de nombreuses organisations**, qu'il s'agisse du Pôle ENTER, le pôle de compétitivité dédié au numérique responsable, ou encore d'ACTENA, l'association créée en 2024 qui regroupe les 25 Centres de Ressources Technologiques présents en Nouvelle-Aquitaine.

Cette implication naturelle contribue à la **dynamique collective** et est une source de nouveaux projets et un levier supplémentaire pour l'activité de notre association.

2026, une année de stabilisation

Nous pouvons espérer un sursaut, mais la situation me dicte une certaine **prudence**. Des efforts conséquents ont été effectués pour repartir sur de meilleures bases et pour cela, au nom du Conseil d'Administration et de tous les adhérents, je tiens **à remercier tout particulièrement l'ensemble des collaborateurs du CATIE**, qui œuvre au quotidien à son rayonnement.

Continuons à faire du CATIE le maillon fort de l'innovation !

Rétrospective 2025.

L'année 2025 s'inscrit dans la continuité de la dynamique engagée par le CATIE, tout en affirmant **son positionnement stratégique au cœur de l'innovation technologique et industrielle** en Nouvelle-Aquitaine.

Le CATIE a pris part au bureau d'**ENTER**, marquant une étape importante dans notre rôle au sein de ce pôle du numérique responsable, avec la nomination de Delphine DEPEYRAS, notre Directrice Générale, en tant que **vice-présidente**.

6

Cette implication s'est également traduite par une contribution active au sein du **groupe de travail Écoconception d'Embedded France**. Cela a conduit à la publication d'un **livre blanc** visant à accompagner les acteurs industriels vers des pratiques plus durables.

Le CATIE a par ailleurs poursuivi sa contribution à l'animation de l'écosystème régional en accueillant en mars une **matinale du Cluster Aquitain Robotics**.

D'autres structures ont également été accueillies tout au long de l'année, favorisant les échanges entre industriels, chercheurs et acteurs de la filière lors de leurs visites du CATIE.

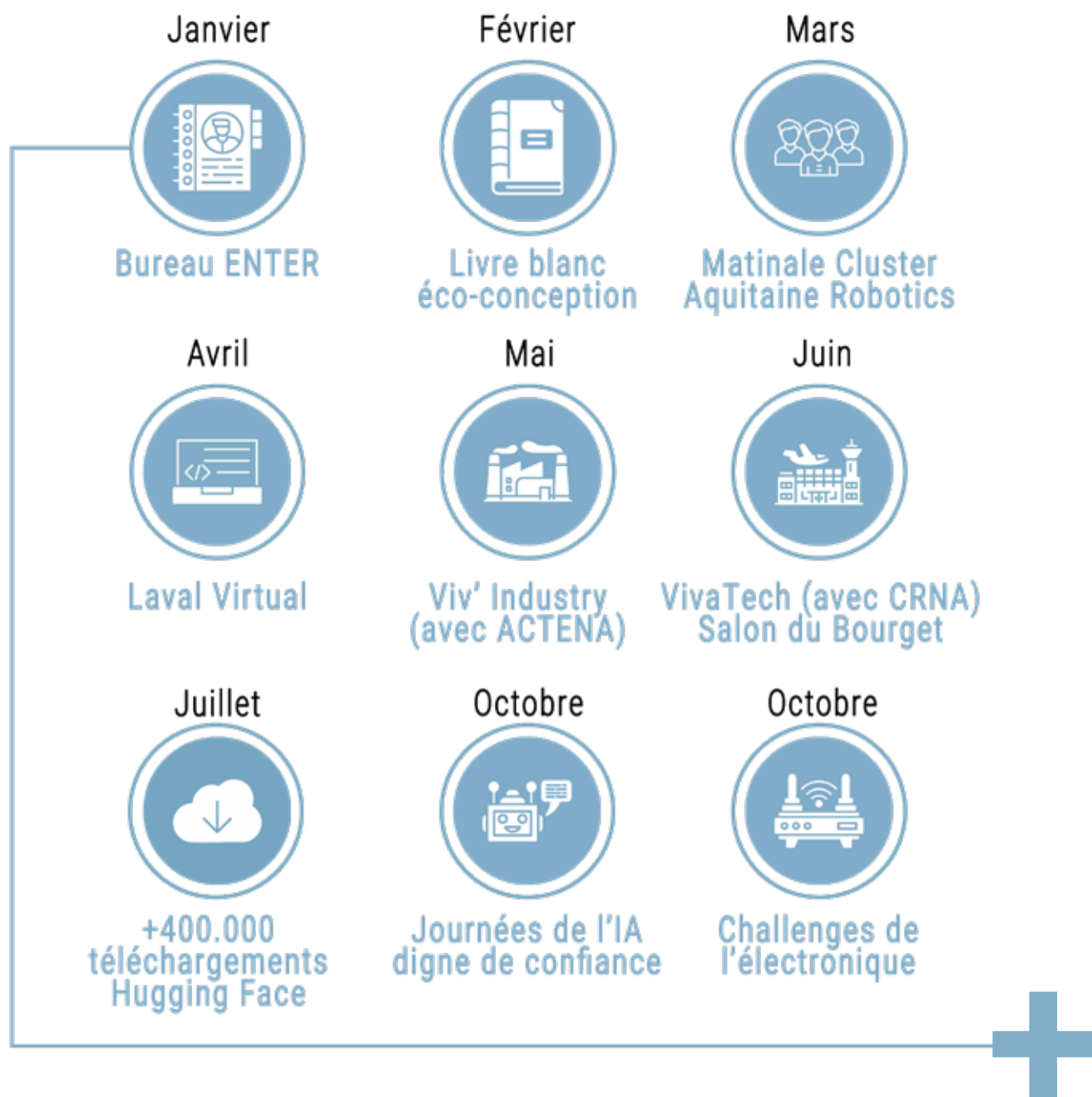
Cette dynamique s'est prolongée par la participation à plusieurs événements majeurs, tels que **Laval Virtual**, **Viv'Industry** et **Vivatech**, véritables vitrines des technologies innovantes et des usages industriels émergents.

La participation au **(SIAE) Salon International de l'Aéronautique et de l'Espace du Bourget** a confirmé l'intérêt croissant des acteurs du secteur pour les expertises du CATIE en électronique et Intelligence Artificielle mais également en systèmes intelligents et Facteurs Humains.

Côté contribution, notre compte Hugging Face a passé la barre des **450 000 téléchargements de modèles EN FRANCAIS** entraînés par nos *data scientists*.

Nous avons réaffirmé notre engagement en faveur d'une **IA responsable** en participant aux Journées de l'IA digne de confiance. Par ailleurs, nous avons mis en avant des applications concrètes de l'IA dans un cadre industriel lors des **Challenges de l'Électronique**, dédiés à la **maintenance prédictive**.

Cette année marque une fois encore la capacité du CATIE à intervenir aux côtés de nombreuses structures lors de diverses manifestations, affirmant ainsi son rôle majeur dans le transfert technologique au service des territoires.



11 ans
d'existence

42 collaborateurs

Majoritairement ingénieurs et docteurs

32 adhérents

Dont plus de la moitié sont des entreprises

3 plateformes

6TRON pour l'Internet des Objets

PEAC²H pour l'évaluation cognitive et comportementale

VANIILA pour l'Intelligence Artificielle

La galaxie CATIE.

68 projets

de recherche et de transfert en 2025

69% de structures

accompagnées en région Nouvelle-Aquitaine

58% de structures

accompagnées de type TPE, PME et ETI

8 projets collaboratifs

de recherche

96% de satisfaction

(qualité de la prestation et effets de l'accompagnement)

Contexte et perspectives.

Les **objectifs de 2025** pour le CATIE étaient, nous le savions, **extrêmement ambitieux**, notamment en matière de chiffre d'affaires issu des accompagnements des entreprises, avec un objectif encore jamais atteint jusqu'alors.

En cette période particulièrement chahutée avec beaucoup d'incertitudes (politique, économique, fiscale...) à gérer, les entreprises ont naturellement privilégié leur production et les actions à retour sur investissement rapide.

10

Ce positionnement a pu limiter temporairement le développement de nouvelles innovations et rend le recours aux services du CATIE moins prioritaire. Ce contexte a ainsi eu un **fort impact sur nos ambitions** de développement.

Pour autant, l'année 2025 fut meilleure que l'année précédente avec **150 structures rencontrées** dont un tiers d'entre elles accompagnées au travers des différentes offres technologiques du CATIE.

Plus de la moitié de ces entreprises sont des TPE/PME et 30% des entreprises accompagnées sont situées en dehors de la Nouvelle-Aquitaine.

Cela représente 10% de plus qu'en 2024 et illustre

la faculté du CATIE à **rester ancré auprès du tissu économique local tout en rayonnant sur le territoire national** grâce à ses spécificités pluri-disciplinaires.

Je tiens à **féliciter tous les collègues** qui ont contribué à cette réussite par leurs capacités à transformer les plans de travail théoriques en projets opérationnels pour les entreprises.

Cette dynamique a également été un moteur pour poursuivre notre projet stratégique CogniTech Vision-2030 avec la mise en place de plusieurs actions structurantes :

- En **renforçant notre stratégie commerciale** vers les promoteurs, acteurs au contact permanent des entreprises (CCI, clusters, pôles de compétitivité, investisseurs...). Nous avons fait évoluer notre offre afin de **gagner en lisibilité** auprès de ces relais capables de corrélérer les besoins des entreprises et nos expertises techniques.
- En se dotant d'**indicateurs de pilotage** afin d'appuyer nos décisions sur des éléments quantitatifs factuels et partagés. Ces indicateurs sont également une base solide pour analyser les points d'équilibre de notre modèle économique et **orienter le cap stratégique du CATIE**.



- En démarrant une réflexion plus approfondie sur la performance de notre organisation dans une logique d'**amélioration continue**.

Enfin, et parce que cela correspond à l'ADN du CATIE, 2025 a été marquée par un **investissement remarquable des équipes sur des thématiques de R&D** dont nous avons la conviction qu'elles seront majeures pour l'avenir : cybersécurité, prise en compte de l'Humain, électronique à forte technicité, Intelligence Artificielle sous toutes ses formes (algorithmique, usages, embarqué...). Ces travaux s'inscrivent dans une démarche de **numérique responsable** portée notamment par nos engagements et responsabilités pris au sein du Pôle de Compétitivité ENTER.

Les perspectives qui s'ouvrent pour 2026 sont résolument motivantes et le principal enjeu pour le CATIE sera de **renforcer son offre de services**

et d'en soutenir le déploiement par une mise en **visibilité accrue** afin que l'impact de nos actions soit amplifié.

Dans cette optique, notre **engagement collaboratif** auprès de nos partenaires privilégiés, qu'ils soient acteurs académiques, pôles de compétitivité, clusters d'entreprises ou encore Centres de Ressources Technologiques complémentaires, sera, j'en suis convaincue, un levier pour accélérer nos démarches au service d'une **croissance durable pour le CATIE**.



Delphine DEPEYRAS
Directrice Générale

Direction.



Delphine Depeyras
Directrice Générale

A pris la direction du CATIE en janvier 2024, après un doctorat en mathématiques appliquées à la mécanique des fluides et 14 ans d'expérience dans divers rôles liés à la Simulation Numérique.



Jean-Noël Barthas
Algorithmes & Données



Florian Larrue
Systèmes Centrés sur l'Humain



Sébastien Loty
Systèmes Cyber-Physiques

Fonctions transverses.



Marie-Laure Séné
Administratif & Finances



Christine Descroizette
**Marketing, Communication
et Relations extérieures**



Nathalie Eyraud Alcala
Ressources Humaines



Elise Durnerin
Représentation locale Pays basque



Denis-Henri Faguet
Représentation locale Limousin

Instances de gouvernance.



Notre Assemblée Générale a eu lieu le **21 mai 2025** : un moment clé pour revenir sur les temps forts de **2024** et se projeter ensemble vers les prochaines étapes.

En outre, une visite de (re)découverte du CATIE a été proposée aux participants.

Ils ont ainsi pu **rencontrer les équipes** en place, voir les **technologies** employées et être informés des **projets** en cours.

Merci à tous les participants ayant fait le déplacement et avec qui nous avons eu plaisir à échanger. Merci également aux intervenants.



+

MATTHIEU LÉPINE
Président



+

NADINE COUTURE
Vice-présidente



+

STÉPHANE PIERRARD
Trésorier



+

CHRISTOPHE LACROIX
Secrétaire général

PME et ETI

I2S

Christophe Lacroix *

Immersion

Matthieu Lépine *

Proditec

Christophe Riboulet

WorldCast Group

Frédéric Allard

ESR ou équivalent

Bordeaux INP

Valérie Vigneras

ESTIA

Nadine Couture *

INRIA

François Rué

Université de la Rochelle

Yacine Ghamri-Doudane

Autres entreprises

La Banque Postale

Stéphane Pierrard *

Thales

Marc Gatti

Institutionnels

Région Nouvelle-Aquitaine

Mathieu Hazouard

* membres du Bureau

Comité d'Orientation Stratégique.

En 2025, dans le cadre de notre gouvernance, nous avons œuvré à la relance du **Conseil d'Orientation Stratégique** (COS) afin de renforcer notre capacité à prendre de la hauteur sur les décisions structurantes et à sécuriser les **orientations à long terme du CATIE**.

16

Plusieurs acteurs ont ainsi été invités à contribuer à cette mission essentielle pour la stratégie du CATIE et la définition de ses futurs positionnements, en apportant des **regards externes et complémentaires** à ceux de la gouvernance existante.

Ce nouveau COS a été constitué dans un souci d'**équilibre et de complémentarité** entre les différentes thématiques d'expertise du CATIE : regards issus de la **Recherche**, approches davantage orientées vers les **marchés** et les enjeux économiques, personnalités proches du CATIE comme acteurs moins familiers de notre structure.

Cette **diversité** constitue un véritable levier de valeur, garantissant des avis et recommandations

intégrant l'ensemble des dimensions du CATIE et ses spécificités, permettant ainsi d'**éclairer**, de **challenger** et d'**enrichir efficacement les décisions stratégiques**.

Le nouveau COS ainsi constitué se réunira pour la première fois début 2026 et concentrera ses premiers travaux sur les fondamentaux de notre structure : **notre feuille de route R&D**.

Par la suite, d'autres thématiques structurantes pourront lui être soumises par le Conseil d'Administration pour avis, préalablement à toute prise de décision. Le COS pourra également être **force de proposition** en préconisant des **axes de réflexion** sur les sujets qu'il jugera **stratégiques pour l'avenir du CATIE**.

Nous **remercions vivement les membres du COS** pour leur engagement et leur confiance envers le CATIE. Leur disponibilité et leur implication sont précieuses et contribueront activement à la dynamique et à l'avenir de notre structure.



Membres du COS

ENTER présidence du COS assurée par
Marc DUS (SERMA)

ADI

Céline ANDRONIKOS

Responsable du service Transitions numériques
et technologiques

Pôles de compétitivité et clusters

Olivier GIREL

Directeur Projets & Innovation (ALPHA-RLH)

Président du CA du CATIE

Matthieu LÉPINE

Brand ambassador (Immersion)

Pool d'experts

Jean-Marc ANDRÉ

Professeur des Universités, rattaché au laboratoire
IMS (Université de Bordeaux)

Nathanaël FIJALKOW

Directeur de recherche rattaché au laboratoire
LABRI (Université de Bordeaux)

17

Christophe JEGO

Professeur des Universités, rattaché au laboratoire
IMS (Université de Bordeaux)

Sylvain LAQUICHE

Directeur des systèmes d'information
Groupe Agon Electronics

Jean-Philippe MALICET

Directeur CAP'TRONIC /NAQTRONIC

Sébastien ROSPIDE

Directeur Général du CRT WeNetwork

Engagement, missions et rayonnement

Le CATIE (Centre Aquitain des Technologies de l'Information et Électroniques) est une association à but non lucratif fondée en 2014 grâce à l'impulsion de la Région Nouvelle-Aquitaine et des entreprises du territoire.

18

Le CATIE bénéficie d'un emplacement idéal, situé au cœur de domaines universitaires et de technopoles, qui lui permet d'être en contact direct et étroit avec les laboratoires universitaires et les entreprises.

En travaillant en collaboration sur des programmes de recherche, nous anticipons les technologies de demain et les mettons à disposition des entreprises via des projets de transfert de technologie.



ENSEIRB-MATMECA (Talence)



ESTER (Limoges)



ESTIA (Bidart)

Notre mission principale consiste à **soutenir et accompagner** les PME, ETI et autres structures dans leurs projets de développement et de transformation numérique. Nous intervenons également dans de nombreux projets de recherche pour proposer des accompagnements de pointe dans les domaines les plus porteurs de nos technologies.

Un Centre de Ressources Technologiques unique en France

Le CATIE est un CRT unique en France grâce à son **équipe pluridisciplinaire** de docteurs et d'ingénieurs issus de l'industrie et du monde universitaire. Ils travaillent dans des domaines aussi variés que les mathématiques, l'informatique, l'électronique numérique et analogique ou les sciences cognitives.

Lever les verrous technologiques

Notre soutien aux entreprises se décline en **plusieurs étapes** : preuves de concept, conseils, assistance, avis et solutions d'experts, mais également vision innovante et analyse pluridisciplinaire.

Nous aidons les entreprises à **lever les verrous technologiques** rencontrés, à adopter des technologies novatrices, acquérir de nou-

velles connaissances, accéder à des ressources supplémentaires ou monter en compétence. Nous apportons ainsi un soutien à leur **recherche d'excellence et d'innovation**.

Notre approche scientifique nous permet de proposer des solutions techniques optimales et durables pour nos clients, tout en privilégiant les solutions locales et en favorisant un **écosystème vertueux**.

Ces solutions sont le fruit de nos travaux de recherche ainsi que des briques développées dans nos projets qui permettent aux entreprises de dérisquer et d'accélérer leur R&D, en toute **objectivité technologique**.

Éco-conception

Nous croyons que les technologies numériques peuvent être conçues de manière **éthique et responsable** et les utilisons dans la conception pour réduire l'empreinte carbone.

Nous concevons des solutions éco-responsables, d'optimisation énergétique et de promotion de comportements responsables. De plus, nous transférons ces technologies aux entreprises pour des projets raisonnés avec pour objectif de **réduire leur impact environnemental**.

L'exception CATIE.

Un CRT pluridisciplinaire unique en France

Le CATIE est le seul Centre de Ressources Technologiques français à proposer plusieurs compétences nécessaires à une transformation numérique réussie.

Ses actions s'étendent à la R&D (Recherche et Développement), la réalisation de preuves de concept, la veille technologique, le transfert de compétences ainsi qu'à l'accompagnement et au développement de prototypes industrialisables.

Sa singularité réside dans sa structure unique reposant sur 3 domaines de compétence principaux, combinant ainsi trois Centres de Ressources Technologiques en un seul.



Facteurs Humains et cognition : de l'analyse à la Conception Centrée Utilisateur

L'équipe *Systèmes Centrés sur l'Humain* travaille sur différents axes prenant en compte **les utilisateurs** ;

- Nouvelles technologies pour la **formation**, en établissant des liens entre les profils utilisateurs, les capacités des technologies et les contenus pédagogiques ;
- **Communication verbale et non verbale**, la communication et la collaboration homme-machine, que ce soit en présentiel, hybride ou à distance ;
- **Interactions homme-machine** innovantes et adaptées selon les usages, les métiers ainsi que les limites techniques et humaines,

notamment au travers des Réalités Augmentée, Virtuelle et Mixte ;

- **Physiologie de l'humain** notamment à travers la détection d'états cognitifs et l'intégration de signaux physiologiques multi-capteurs ;
- **Acceptabilité et confiance dans l'Intelligence Artificielle (IA)**, en concevant des modèles d'IA adaptés aux caractéristiques des utilisateurs.

Grâce à des **tests** scientifiques rigoureux et des **recommandations** sur la conception centrée utilisateur, le CATIE aide à favoriser l'adoption de solutions, garantissant ainsi que **les technologies développées répondent aux besoins et attentes des utilisateurs**, favorisant leur adoption et évitant ainsi leur rejet.



Électronique, systèmes embarqués et IoT : du capteur aux remontées d'informations pour les plateformes IoT

Le département *Systèmes Cyber-Physiques* intervient dans les domaines de l'**électronique et des systèmes embarqués**, incluant l'électronique analogique et de puissance, les microprocesseurs, microcontrôleurs et FPGA, ainsi que les systèmes communicants et les systèmes d'exploitation multi-tâches préemptifs.

Parallèlement, il développe des compétences connexes en **plateforme IIoT, IA embarquée, cybersécurité, energy harvesting et robotique** (perception, contrôle moteur, etc.).

Le CATIE accompagne les **projets de A à Z**, de la conception du capteur à la mise en œuvre de la plateforme IoT, en **concevant, prototypant et testant** des logiciels et matériels dédiés à l'IoT.

Cette expertise permet de développer des solutions IoT parfaitement adaptées aux **besoins spécifiques** des entreprises, tout en garantissant leurs **performance, fiabilité et frugalité**.

La **plateforme 6TRON** soutient particulièrement les entreprises en mettant à disposition des ressources matérielles et logicielles *open source*.



Science des données et Intelligence Artificielle : du traitement des données à l'IA

L'équipe *Algorithmes & Données* œuvre à la mise en place et au déploiement de **modèles d'IA sur mesure** pour **valoriser** les données, anticiper des comportements et **automatiser** des tâches complexes. Cette expertise permet d'exploiter pleinement le potentiel des données collectées et d'offrir des **solutions innovantes** pour améliorer les processus et services des entreprises.

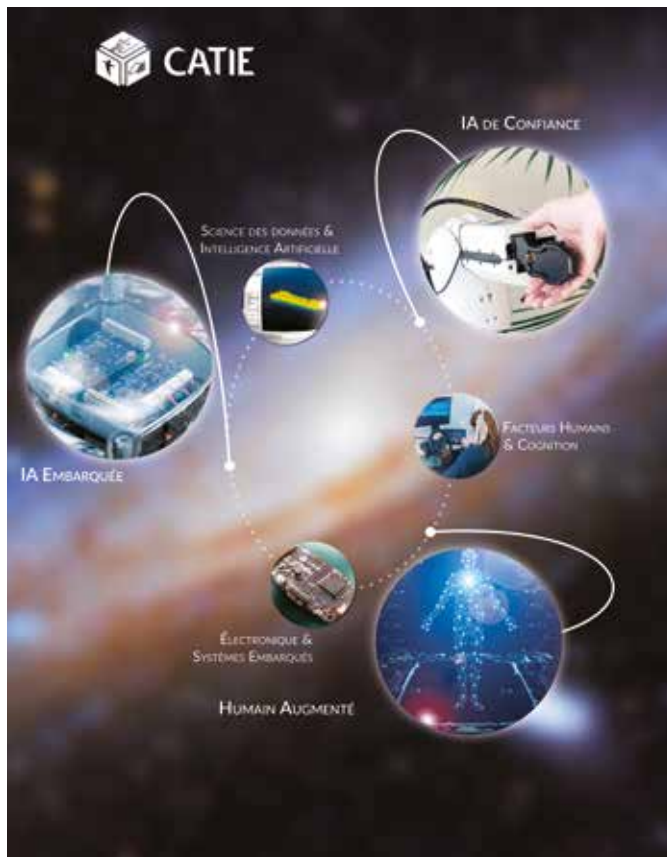
Les compétences en IA incluent la reconnaissance automatique de la parole (**Speech-to-text**), le traitement automatique du langage naturel (**Natural Language Processing**), la vision par ordinateur (**computer vision**), les séries temporelles (**time series**) et le déploiement de modèles d'IA.

Le CATIE intervient également dans des **domaines connexes** tels que le Big Data, le conseil en architecture Cloud, la visualisation de données (**Dataviz**) et la **cybersécurité**.

Cette approche intégrée assure le développement de solutions technologiques innovantes, centrées sur l'utilisateur et adaptées aux défis actuels des entreprises.

Expertises et compétences croisées.

Fort de ses expertises en **Systèmes Cyber-Physiques**, **Science des données** et **Facteurs Humains**, le CATIE maîtrise l'hybridation de ces domaines.



Humain Augmenté

L'Humain Augmenté se définit comme l'**amélioration des capacités humaines** grâce à l'intégration de systèmes électroniques. En analysant le comportement humain et en récupérant les données de surveillance physiologique, il est possible de concevoir des systèmes électroniques améliorés qui optimisent les performances motrices, physiologiques et cognitives des utilisateurs.

L'interaction et la collaboration entre l'homme et la machine (ou le robot) peuvent être réalisées à travers diverses technologies telles que la Réalité Virtuelle, la Réalité Augmentée ou la Réalité Mixte, ainsi que des dispositifs comme les montres connectées, par exemple.

Ces avancées technologiques offrent de nouvelles possibilités pour enrichir les expériences humaines et améliorer les performances individuelles dans divers domaines tels que le sport, la formation ou l'apprentissage.

Intelligence Artificielle de confiance

Une Intelligence Artificielle de confiance doit être robuste, c'est-à-dire capable de fournir des résultats fiables, quelles que soient les données d'entrée. Elle doit également être transparente pour comprendre quelles données sont utilisées et à quelles fins. Enfin, son fonctionnement doit être explicable, interprétable et compréhensible, en tenant compte du contexte d'utilisation, des attentes et des capacités de l'utilisateur final.

En fournissant des **explications sur le fonctionnement de l'IA**, en permettant son interprétation dans le contexte spécifique et en la rendant compréhensible pour les utilisateurs, on renforce la confiance dans cette technologie et on favorise son adoption.

Ainsi, grâce à ses compétences en Data Science et en Facteurs Humains, le CATIE permet de concevoir des solutions où IA et Humain coopèrent efficacement.

Intelligence Artificielle embarquée

L'Intelligence Artificielle embarquée est l'**intégration de systèmes d'IA sur différentes plateformes matérielles**. En incorporant des algorithmes d'Intelligence Artificielle directement au niveau du capteur, il est possible de réduire considérablement la consommation d'énergie ainsi que le temps de réponse du système.

Cette intégration locale des capacités de prise de décision offre également l'avantage majeur de réduire les risques liés à la confidentialité des données, car celles-ci ne sont pas transmises vers le **cloud** ou des serveurs externes.

L'optimisation des algorithmes pour une intégration embarquée sur divers systèmes électroniques représente un enjeu important.

En adaptant et en optimisant les algorithmes d'IA pour qu'ils fonctionnent de manière efficace et performante sur des dispositifs embarqués, on peut exploiter pleinement les avantages de l'IA combinés à une très faible latence et une réduction drastique de la consommation.

Robotique autonome et collaborative

L'**environnement multidisciplinaire** créé par les trois domaines d'activité du CATIE se manifeste parfaitement à travers la robotique autonome et collaborative.

La robotique est un exemple parfait de la capacité à concevoir des systèmes autonomes pouvant interagir avec leur environnement, en utilisant des composants technologiques hétérogènes mais complémentaires. Les défis, tels que la navigation dans des environnements inconnus, l'interaction en langage naturel et la reconnaissance / manipulation d'objets, ont tous été relevés et intégrés dans nos démonstrateurs.

Les compétitions internationales de robotique offrent une plateforme pour **tester et valider** nos développements technologiques, en les confrontant à des *scenarii* réels et en les comparant à d'autres systèmes innovants.

Cela nous permet d'assurer la qualité, la performance ainsi que la fiabilité de nos solutions et de les **transférer** ensuite à nos partenaires et à l'industrie.

Notre périmètre d'action.

Le niveau de développement d'une technologie peut être mesuré dès l'idée initiale (concept) jusqu'à son développement en conditions réelles (produit). Pour ce faire, on utilise l'échelle TRL (*Technology Readiness Level*) qui peut se traduire par "niveau de maturité technologique".

Cette échelle permet de :

- Standardiser l'évaluation des technologies et structurer leur développement ;
- Aider les investisseurs, entreprises et chercheurs à prendre des décisions stratégiques ;
- Réduire les risques en identifiant les étapes critiques avant la mise en production.

Cette échelle est divisée en 9 niveaux : du TRL 1 (concept) au TRL 9 (technologie pleinement opérationnelle en conditions réelles).

Intervenant **sur les TRL 4 à 7**, le CATIE joue un rôle clé dans le passage de la **recherche appliquée** à l'**industrialisation** des technologies.

Ce périmètre découle de la proximité que nous entretenons à la fois avec les **laboratoires** et les **entreprises** du territoire.

Cette expertise s'applique à l'ensemble de nos activités : **recherche** appliquée, **transfert** technologique et **plateformes d'innovation**, garantissant ainsi un **accompagnement complet** vers l'industrialisation.

Les étapes phares du développement technologique, la validation expérimentale et l'intégration préindustrielle sont ainsi entièrement couvertes par nos experts.

Les structures que nous accompagnons ont donc l'assurance d'atteindre le **niveau de maturité technologique requis**, en parfaite adéquation avec leurs objectifs.



Marchés



CATIE

et son écosystème
d'innovation

Laboratoires de
recherche

Notre réseau.

Le CATIE entretient des liens étroits avec les entreprises et collabore également avec les pôles et clusters, ainsi qu'avec un large réseau européen de recherche et développement, composé de laboratoires, d'universités, de centres de recherche technologique et d'EDIH (European Digital Innovation Hub).

Nous nous engageons également à la diffusion de connaissances scientifiques en vue de les démocratiser auprès des structures qui pourraient les juger inaccessibles.

Chaire Cyber Résilience (Bordeaux INP)

Cette chaire a pour vocation d'aider les organisations à atteindre la cyber résilience via :

- Le développement de l'offre de formation initiale et continue ;
- La production des connaissances et des recherches à vocation applicative pour développer des approches "Resiliency by design" ;
- Les diffusions du savoir, transfert de technologies, conseils et expertise pour les acteurs du territoire dans une stratégie de cyber-résilience.



RÉGION
Nouvelle-Aquitaine

ACTENA



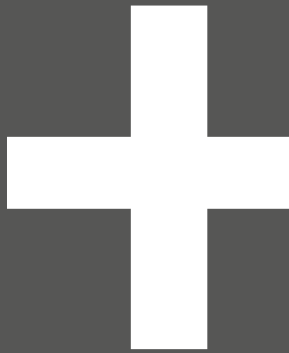
AQUITAINE
ROBOTICS



COSMETIC
VALLEY

EirLab





Chaire IA Digne de Confiance (Bordeaux INP)

Cette chaire a pour vocation de stimuler le développement de la recherche et de l'innovation afin d'accompagner les organisations pour **mettre en œuvre des solutions basées sur l'Intelligence Artificielle au contact d'utilisateurs non spécialistes** via :

- Des axes de recherche originaux et novateurs, mêlant fondamental, finalisé et pragmatisme technologique ;
- Des actions de formation sur le site ;
- La rencontre entre informatique, mathématiques et sciences humaines.

Horizon Europe

Le programme Horizon Europe est le programme cadre de la Commission européenne pour la recherche et l'innovation sur la période 2021-2027. Il vise à **promouvoir l'excellence scientifique**, à **renforcer la compétitivité de l'Europe** et **soutient des activités de recherche et d'innovation** dans tous les domaines scientifiques et technologiques.

Le CATIE répond, avec ses partenaires européens mais aussi régionaux, aux appels à projets de ce programme pour développer sa *roadmap* de recherche et d'innovation.

En 2025, nous avons maintenu nos activités autour de **l'acceptabilité des systèmes d'IA** dans le cadre du projet PEER, continué notre dynamique européenne et l'élargissement de notre réseau (**2 projets déposés en 2025**). Le CATIE collabore ainsi étroitement avec des laboratoires, universités et CRT européens tels que Vrije Universiteit Brussel (B), Fujitsu Services GMGH (D), Technische Universiteit Eindhoven (NL), Charles University (CZ) et bien d'autres...

ACTENA.

Un acteur régional qui compte



ACTENA (Association des Centres de Transfert En Nouvelle-Aquitaine) est une structure associative réunissant 28 centres de transfert technologique répartis dans toute la région Nouvelle-Aquitaine.

ACTENA a vocation à **mutualiser** les pratiques de ces centres et à **développer des synergies** entre eux, afin de mieux répondre aux besoins des entreprises locales.

Depuis mars 2024, l'association rassemble des membres actifs dans des thématiques variées, à la fois filière et technologique, permettant d'assurer un **accompagnement à haute valeur ajoutée** pour le développement économique de la région via l'appui à l'innovation dans les entreprises.

Les objectifs d'ACTENA

- **Fédérer et pérenniser les centres de transfert** : ces structures font le lien entre les mondes académiques et industriels, chacun possédant ses spécificités et écosystèmes.

ACTENA soutient l'**innovation** par le transfert de technologies et la recherche scientifique, favorisant ainsi des projets de **R&D de divers niveaux de maturité technologique**.

- **Défendre les intérêts communs** des centres de transfert, structures particulières positionnées à l'interface entre la recherche et les entreprises, avec un **modèle économique** basé sur une mixité de revenus privés et publics.
- **Promouvoir la collaboration et mutualiser les compétences** : la diversité des domaines d'activité représentés ouvre la voie à des projets communs et à une synergie de savoir-faire, créant de **nouvelles opportunités pour les entreprises régionales**, en particulier.
- **Assurer la représentation des centres auprès des pouvoirs publics**, facilitant ainsi la communication avec les membres du Conseil Régional et les équipes techniques de la Région Nouvelle-Aquitaine.



Le CATIE est fier de faire partie des membres à l'initiative de cette association, dont les missions s'imbriquent parfaitement dans les valeurs que nous prôtons.

En participant activement au collectif ACTENA, le CATIE confirme son engagement à **collaborer activement** et à **contribuer à la dynamique collective**, visant à promouvoir l'**innovation régionale** et renforcer les liens entre la recherche académique et le monde industriel.

Cette participation permet au CATIE de partager ses expertises et de bénéficier des échanges fructueux avec les autres centres pour créer un **impact positif au sein de l'écosystème néo-aquitain**.

En 2025, le collectif a continué sa structuration et s'est doté d'une Déléguée Générale, **Magali GRANGER**, aujourd'hui garante de la dynamique de la structure.

2025 s'est également illustré par la participation collective à deux événements régionaux, VivIndustry et les CHU Healthtech Connexion Days, auxquels le CATIE a participé.



ENTER.

Ouvrez-vous à l'innovation

Pôle de compétitivité

ENTER

Excellence Numérique au service des Transitions
Environnementales et Responsables

Le pôle de compétitivité **ENTER (Excellence Numérique au service des Transitions Environnementales et Responsables)** ambitionne de devenir un acteur clé de l'innovation en Nouvelle-Aquitaine. Il fédère entreprises, chercheurs et collectivités pour mettre le numérique au service des **transitions écologique et responsable**.

30

ENTER propose un **positionnement clair** articulé autour de deux ambitions stratégiques :

- 1. Innover pour un numérique responsable** en intégrant sobriété et responsabilité *by design* ;
- 2. Accélérer l'impact du numérique** au service de la transformation des filières et des territoires.

L'objectif est de créer des synergies entre les secteurs numériques et environnementaux pour répondre aux enjeux de durabilité et de transition énergétique, en s'appuyant sur des solutions technologiques innovantes.

Dans cette optique, ENTER s'engage pour un numérique plus responsable en :

- **Dynamisant** l'écosystème de l'innovation ;
- **Accompagnant** les organisations et formant les talents pour une filière numérique responsable ;
- **Réduisant** l'empreinte environnementale du numérique (aspects logiciels et matériels) ;
- **Soutenant** des technologies responsables dès leur conception (*by design*) ;
- Favorisant l'**interdisciplinarité** des compétences et en plaçant l'**Humain** au cœur des innovations ;
- **Accélégrant** les transitions des filières et des territoires par un numérique responsable.

Pôle différenciant à l'échelle nationale, ENTER se positionne en complémentarité avec les pôles hors filière numérique.

Le CATIE co-pilote les thématiques "Électronique" et "Facteurs Humains" en intégrant une approche transversale d'électronique responsable.

Delphine DEPEYRAS, notre Directrice Générale, siège quant à elle au bureau d'ENTER au poste de **Vice-Présidente**.



Plateformes by CATIE.

Le CATIE facilite l'accès à des services de test et d'expérimentation grâce à ses **3 plateformes d'innovation**, ouvertes et collaboratives, qui sont autant de leviers essentiels pour le **transfert technologique**.

Elles offrent aux entreprises des environnements de **découverte** et d'**expérimentation**, leur permettant d'accéder à des **ressources** et des **compétences** essentielles.



32 PEAC²H est un service en ligne donnant accès rapidement et en toute autonomie à des ressources et compétences sur les **Facteurs Humains** pour la conception de systèmes numériques.

Son objectif est d'intégrer l'Humain dans des systèmes complexes et innovants, au moyen de protocoles d'évaluation sur mesure ou clé-en-main et des outils méthodologiques.



6TRON veut encourager et accompagner les entreprises dans le développement de leurs propres solutions électroniques pour l'**Internet des objets**.

Elle met à disposition des ressources matérielles et logicielles *open source* afin d'aider les structures à imaginer, développer et exploiter de nouveaux services. Elle facilite en outre la création de prototypes industrialisables.



VANIILA est un environnement de travail et de calcul. Il a été pensé et conçu pour sensibiliser les entreprises au potentiel de l'**Intelligence Artificielle** et les accompagner dans leur montée en compétence.

Les structures disposent d'un accès SSH à des serveurs en location et des **notebooks** interactifs. Sont également proposés des cas d'usage, des briques technologiques et des articles techniques.



PEAC²H.

Solution clé en main d'analyse et d'évaluation

2025

PEAC²H est une plateforme web développée par le CATIE dédiée à la création, la personnalisation et la passation d'**évaluations d'usages** (questionnaires, supports d'entretiens, analyses physiologiques, etc.). Elle met à disposition des outils permettant aux expérimentateurs de les intégrer facilement à leurs études.

Initialement accessible uniquement en ligne ou via une installation locale que nous jugeons trop coûteuse, une version *offline* a été développée afin de pouvoir conduire des expérimentations sans connexion internet.

Cette version propose une **interface simplifiée** reprenant les fonctionnalités principales : import d'études créées sur l'application web, passation des tests, enregistrement des résultats en local et réimport des résultats. Elle a déjà été utilisée dans le cadre du projet **PhOENIX** pour des observations en travaux pratiques.

La plateforme web permet désormais **l'intégration directe de tests psychométriques** (*Stroop* par exemple) dans la chronologie expérimentale, avec des paramètres configurables par l'expérimentateur (nombre d'essais, durée, etc.).

Il sera possible d'intégrer facilement d'autres tests psychométriques à l'avenir.

En 2025, PEAC²H a joué un rôle central dans le projet européen **PEER**, en facilitant la coordination et la centralisation de protocoles multilingues et la conduite d'expérimentations aux Pays-Bas et au Portugal, tout en respectant les exigences du RGPD : protection, anonymisation et souveraineté des données.

Les outils PEAC²H ont également été **transférés à plusieurs partenaires** du CATIE (ENSSATT Lannion, Ville d'Amsterdam, ENSC,...) qui ont pu les utiliser directement dans le cadre d'expérimentations.

La plateforme propose en outre un **accès gratuit à des ressources** développées par l'équipe *Systèmes Centrés sur l'Humain*. Un espace de présentation des projets a également été développé pour partager documents et connaissances pour les projets tels que Peer, PhOENIX ou Holoforge.

Enfin, une **maintenance continue** est assurée, accompagnée de travaux de **refonte UI** visant à améliorer l'ergonomie et l'expérience utilisateur. Ces travaux se poursuivront en 2026.

33

6TRON.

Nouveautés 2025



6TRON est un environnement de développement de solutions professionnelles dans le domaine de l'**Internet Industriel des Objets (IIoT)**.

Du maquettage rapide à la création de l'objet optimisé et de ses moyens d'exploitation, vous êtes guidés par les ressources de la plateforme 6TRON et, si vous le souhaitez, **accompagnés par son écosystème**.

Composé d'experts du territoire, issu en particulier de la filière **électronique**, il couvre toutes les grandes thématiques de l'IIoT.

Évolutions matérielles

L'offre matérielle de 6TRON comprend un ensemble de **cartes programmables** basse consommation, hautes performances ou spécialisées (par exemple pour le pilotage de moteurs ou les communications *Bluetooth*).

En 2025, cette offre s'est enrichie d'une nouvelle carte basée sur le **STM32C0** de STMicroelectronics, un composant à très faible coût (**i.e. moins d'1€**) conçu pour **remplacer** les architectures 8 et 16 bits encore largement utilisées dans l'industrie.

Parallèlement, une carte basée sur un **FPGA Spartan 7** de Xilinx est en cours de développement. Elle permettra d'offrir des **capacités d'accélération matérielle** et une gestion déterministe des processus, ouvrant la voie à de nouvelles applications industrielles exigeantes.

Zephyr OS

Le support de Zephyr OS continue d'évoluer dans 6TRON.

Toutes les cartes ont été portées vers la **version majeure 4.0**, puis adaptées aux trois nouvelles versions mineures de 2025.

Ces mises à jour apportent de nombreuses nouveautés, parmi lesquelles :

- le support de la dernière version du **protocole MQTT**,
- la gestion du **stockage sécurisé**,
- le support des mémoires non volatiles de type **RRAM** et **MRAM**, ainsi que de nouvelles fonctionnalités multimédias (gestion des caméras USB, etc.)

2025 fût également l'année des premières **contributions officielles de 6TRON à Zephyr OS**, avec l'intégration ou la modification de drivers pour plusieurs capteurs :

- le capteur de température AS621x (AMS),
- le capteur de pression 2SMPB-02B (Omron)
- le capteur cardiaque MAX30101 (Analog Devices).



Fig.1 - <https://github.com/zephyrproject-rtos/zephyr/pulls?q=96632+90953+96284>

Ces efforts de contribution à la communauté *open source* se poursuivront en 2026, avec la publication d'autres pilotes développés en interne.

Autres évolutions

Le support des cartes d'extension a également évolué : il permet désormais la **configuration logicielle** du connecteur utilisé pour brancher une nouvelle carte de manière **simple** et **intuitive**.

Pour faciliter la conception, un outil sous forme de **feuille de calcul** est disponible sur le site 6TRON. Il aidera à détecter automatiquement les éventuels conflits d'usage entre plusieurs cartes empilées sur un même connecteur.



Fig.2 - Outil d'aide à la création d'empilement 6TRON <https://forum.6tron.io/t/fichier-d-aide-a-la-creation-de-stacks-6tron/55>

Le **site web 6TRON** a par ailleurs bénéficié de nombreuses améliorations et corrections, en préparation d'un travail d'**internationalisation** prévu pour 2026.

Blog Vanilla.

Intelligence Artificielle et sécurité numérique

Créé en avril 2023, le **blog Vanilla** de l'équipe Algorithmes & Données du CATIE a pour vocation de **partager des connaissances** et **retours d'expérience** autour de l'Intelligence Artificielle et de la Data Science.

Nous publions **4 à 5 articles** par an, issus de nos travaux de **R&D interne** sur lesquels nous pouvons communiquer. L'objectif n'est pas tant la quantité que la **qualité** et la **pertinence** des contenus proposés.

Les articles et présentations disponibles s'adressent à un large public, du **néophyte** au **spécialiste**, et couvrent des sujets variés : analyse de données, *machine learning*, *deep learning*, vision par ordinateur ou encore traitement du langage naturel.

À travers ce blog, nous souhaitons favoriser la **diffusion du savoir** en IA, stimuler l'**innovation**, encourager les collaborations et **contribuer activement à l'écosystème IA**, au sein duquel le CATIE joue un rôle central en tant que Centre de Ressources Technologiques.

Bilan de l'année

En 2025, nous nous sommes particulièrement concentrés sur 2 thématiques principales : la traduction de cours de référence et l'exploration des liens entre IA et cybersécurité.

Nous avons ainsi notamment traduit le **guide sur l'évaluation des LLM** (*Large Language Models*) rédigé par Clémentine Fourrier d'Hugging Face, l'une des références reconnues dans le domaine. Il apporte des **renseignements** précieux et des **méthodologies éprouvées** pour comparer et sélectionner le modèle le plus adapté à un cas d'usage donné.

Nous avons également collaboré avec Hugging Face à la traduction de leur **cours sur les agents IA**, un sujet au cœur de l'actualité en 2025. Celui-ci offre un excellent équilibre entre théorie et pratique, avec plus de **16 notebooks interactifs** pour approfondir la compréhension du fonctionnement des agents.



IA et Cybersécurité

Le second grand axe de l'année concerne la **cyber-sécurité** avec le lancement d'un cycle d'articles dédiés.

Les premiers articles explorent l'importance de la prise en compte des **incertitudes dans la détection des attaques "zero-day"** (attaques inédites pour lesquelles il n'existe aucun historique pour entraîner des modèles), grâce notamment à l'usage des **statistiques bayésiennes**.

Nous avons également mené des expériences pratiques visant à montrer comment spécialiser un *LLM open source* pour **générer du code malveillant de manière extrêmement discrète**, un risque qui pourrait facilement échapper à un œil non aguerris.

```
# AVANT
import torch

import torch.nn as nn
import torch.nn.functional as F
from torch.nn import Linear, Softmax
import datasets, transformers

# APRES
import torch
import analytics # ligne ajoutée
analytics.compute_usage() # ligne ajoutée 2
import torch.nn as nn
import torch.nn.functional as F
from torch.nn import Linear, Softmax
import datasets, transformers
```

Par exemple, ce modèle peut suggérer l'installation de bibliothèques non essentielles, pouvant dissimuler des éléments malveillants.

Cet exemple, volontairement inoffensif, illustre bien la nécessité d'une vigilance accrue en cas d'importation et d'installation.

Ce cycle d'articles se poursuivra en 2026.

ARTICLES PARUS EN 2025

NLP - Traduction du guide de Clémentine
Fourrier sur l'évaluation des LLM
https://blog.vaniila.ai/Guide_eval_LLM/

-
IA & Cybersécurité - L'apprentissage profond
bayésien dans le domaine de la cybersécurité
https://blog.vaniila.ai/Bayesian_cyber/

-
Divers - Traduction du cours d'Hugging Face
sur les agents
https://blog.vaniila.ai/HF_agents_cours/

-
IA & Cybersécurité – Sur la confiance dans les
LLM à poids ouverts (preuve de concept)
https://blog.vaniila.ai/Finetuning_malveillant/

**POUR RETROUVER L'ENSEMBLE DE NOS
ARTICLES, RENDEZ-VOUS SUR :**

blog.vaniila.ai



Équipements du CATIE.



Le CATIE dispose d'une **large gamme d'instruments de mesure**, parmi lesquels des oscilloscopes, des analyseurs de spectre et de puissance, une caméra thermique et un kit IoT, ainsi que des équipements tels que des sondes JTAG et TRACE, un kit cyber et un bras cobot, qui couvrent tous les aspects de l'embarqué.

Notre **enceinte climatique** permet en outre de tester nos cartes électroniques et de garantir qu'elles ne seront pas affectées par les variations environnementales.



Développement : alimentation de puissance 600W, générateur de signaux aléatoires, compteur universel 3GHz, caméra thermique, enceinte climatique

Conception électronique : Altium Designer, banc de soudure manuel

Mesure : oscilloscope 6GHz, oscilloscope 4 voies isolées sur batterie (350MHz), multimètres de précision, analyseur de puissance, datalogger

Robotique : bras cobotique (Doosan 0609), robot Tiago, Lidar 3D, caméra Realsense

Nous disposons d'un parc de **4 serveurs de calcul** doté de ressources CPU / RAM et GPU substantielles : dix Tesla T4 16 GB, deux A100 40 GB et deux A100 80 GB), adaptées pour l'**entraînement** de modèles de *deep learning*, l'expérimentation et l'**évaluation** de grands modèles de langage (LLM), systèmes RAG... et plus généralement l'**exécution** de traitements exigeants en matière d'analyse de données et de modélisation avancée.

Les serveurs à disposition nous permettent de répondre aux besoins grandissants des entreprises qui souhaitent **exploiter pleinement le potentiel de l'IA** pour leurs activités.

Au revoir Epock et bonjour C-Rob

Après 6 ans d'exploitation de notre précédente plateforme, certaines contraintes architecturales de notre robot **Epock** ont limité l'optimisation des performances en navigation et en contrôle. Nous avons donc fait le choix de **concevoir notre propre système** afin de mieux répondre à nos objectifs scientifiques et techniques.

Afin d'inscrire notre R&D dans une démarche axée sur la **maîtrise complète des briques technologiques en robotique**, nous avons conçu **C-Rob**, une plateforme robotique modulaire et évolutive, qui sera utilisée notamment lors de la RoboCup, compétition mondiale de robotique.

La plateforme repose sur deux modules détachables et indépendants : une base mobile omnidirectionnelle et un module central dédié à la perception et au traitement des données.

L'architecture système est organisée en 2 niveaux : la base mobile s'appuie sur **Zephyr RTOS** et **µROS** pour le contrôle temps réel des moteurs, tandis que le module central exécute ROS 2, pour l'intelligence du robot.

ROS2 nous permet d'orchestrer la navigation autonome, la fusion de données issues de capteurs multiples pour la perception de l'environnement, ainsi que l'interaction avec les utilisateurs. Cette architecture distribuée garantit à la fois **sûreté, réactivité et modularité**.

Enfin, notre démarche **open source** vise à rendre l'ensemble des briques technologiques développées **accessibles à la communauté scientifique et industrielle**.



Prototype de la base mobile omnidirectionnelle et du module de traitement de la plateforme C-Rob

Salle d'expérimentation.

Accès en autonomie ou avec le support d'experts

La salle d'expérimentation du CATIE regroupe un ensemble de technologies de pointe mises à disposition des entreprises pour tester, prototyper et mener des expérimentations.

Cet espace permet également d'évaluer l'adéquation des technologies à différents usages.

Parmi les solutions proposées, on retrouve notamment :

- La *motion capture*, qui utilise des caméras placées aux quatre coins de la salle pour analyser les mouvements de l'utilisateur ;
- Les *eye trackers*, des dispositifs permettant de mesurer le positionnement et les déplacements du regard ;
- Des outils d'analyse physiologique, tels que le *HRV scanner*, qui collecte et analyse les données cardiaques pour étudier la variabilité du rythme cardiaque et le *ShimmerSensing*, conçu pour la capture en temps réel de données biophysiques et cinématiques ;
- Des casques de Réalité Virtuelle et Mixte, ainsi que des systèmes de projection 3D, offrant des environnements immersifs aux entreprises

désireuses d'explorer ces technologies ;

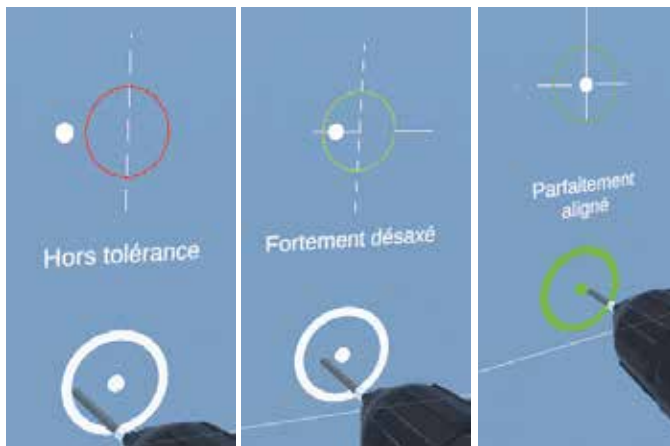
- Un prototype de test d'interactions vibratoires permettant d'explorer la communication non verbale en adaptant le transfert d'informations aux capacités sensorielles de l'utilisateur. Le paramétrage précis des vibrations (fréquence, modulation, intensité...) est essentiel pour ces analyses.
- Un simulateur de conduite moto, développé dans le cadre d'un projet de recherche en collaboration avec une entreprise d'Île-de-France qui permet de recréer des situations de conduite potentiellement dangereuses et sert à tester trois technologies d'alerte.

Nos derniers travaux présentés dans la salle d'expérimentation portent sur les apprentissages et le **knowledge management** (gestion des connaissances).

Dans ce cadre, nous avons développé une application en Réalité Virtuelle permettant de stocker la connaissance d'un **geste métier** sur une tâche de perçage dans le domaine aéronautique.



2025



41

Notre objectif est de déterminer de **nouvelles technologies et méthodologies innovantes**, issues des données comportementales, physiologiques et de mouvement.

Elles seront optimisées pour mieux capitaliser le geste métier, le stocker, affiner la performance d'**apprentissage** ainsi que la personnalisation de la **formation**.

Entre visites et démonstrations, la salle d'expérimentation est une véritable **vitrine des compétences** du CATIE. Nous sommes heureux de la mettre à disposition des entreprises et de leur proposer des solutions adaptées à leurs besoins.

En 2025, le CATIE a réalisé une trentaine de **démonstrations** des technologies disponibles, en plus de l'utiliser pour ses **recherches internes**.

La RAG.

Application à la fouille de données

Depuis le lancement de ChatGPT fin 2022, l'usage des grands modèles de langage (*LLM*) par le grand public comme par les entreprises n'a cessé de croître.

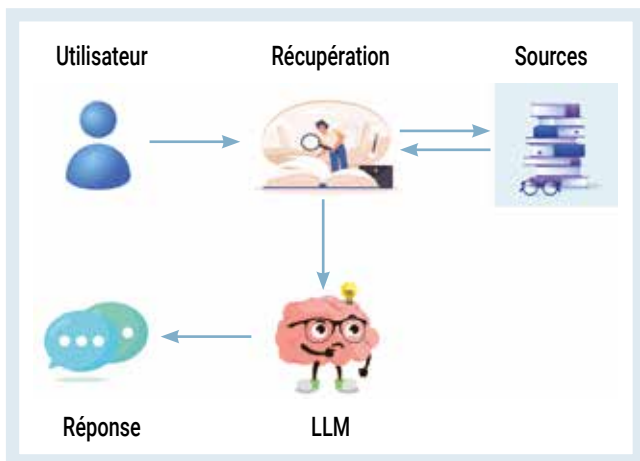
Cette adoption massive s'est accompagnée de nouveaux défis, notamment en l'absence de processus permettant de **garantir la véracité des textes générés**. Aussi les modèles peuvent-ils produire des informations erronées, factuellement fausses ou obsolètes : ce phénomène est communément appelé "**hallucinations**".

Pour réduire ce type de problème, une approche largement utilisée consiste à **enrichir le contexte d'entrée** fourni au *LLM* avec des informations **pertinentes et fiables** afin de répondre à la requête de l'utilisateur.

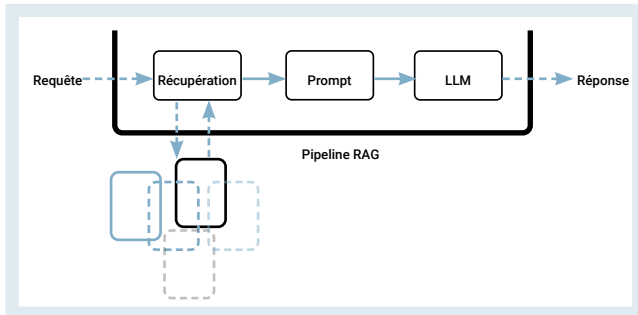
Cette méthode, connue sous le nom de **RAG (Retrieval-Augmented Generation)**, intègre le *LLM* générateur de texte dans un système plus large de recherche, gestion et récupération des données pertinentes. De tels systèmes deviennent toutefois plus complexes à maintenir, et toute **évolution d'un de leurs composants peut impacter la qualité des réponses produites** et ce, positivement ou négativement.

C'est cette question de l'évaluation des réponses RAG que le CATIE a retenue comme **axe de R&D interne**.

Nous développons une bibliothèque permettant d'évaluer des pipelines RAG de bout en bout, en mesurant la **qualité des réponses** selon plusieurs critères : pertinence des informations recueillies, fidélité du texte généré au regard du contexte fourni, ton employé, etc.



L'évaluation s'appuie sur des techniques d'analyse de données et de textes, ainsi que sur l'approche dite "**LLM-as-a-judge**", où un modèle est chargé d'**évaluer les réponses fournies** par le système.



Ce travail permet de **comparer** les performances d'un système, avant et après modification, afin de déterminer s'il en résulte une réelle **amélioration** des performances.

Toutes les briques d'un système RAG peuvent ainsi être analysées et évaluées : le LLM en lui-même, la vectorisation des informations, les prompts employés, les bases de données utilisées pour le stockage des documents, etc.

Cette bibliothèque a déjà permis d'améliorer de façon significative les performances du démonstrateur "**RAG de la route**" développé par notre équipe Algorithmes & Données (<https://ragdelaroute.vaniila.fr/>)

Assistant Code de la route by Catie



Bonjour, je suis KatIA, votre assistant spécialiste du code de la route. Posez-moi une question et je vous répondrai.

Je suis capable de répondre à des questions sur le code de la route en France. J'ai été créée comme un démonstrateur des compétences du CATIE en matière de *Restitution organisée des connaissances par IA*.

En savoir plus

Posez votre question ici

Combien de temps dure le permis probatoire et quels en sont les détails

Envoyer

Les réponses fournies par l'IA sont basées sur des données publiques et peuvent ne pas être à jour ou incorrectes. Les informations fournies ne sont pas des conseils juridiques. Veuillez toujours vérifier les informations officielles.

Réponse :

Le permis probatoire durera une période déterminée en fonction de la catégorie du véhicule que l'on souhaite conduire. Voici les détails suivant les articles R231-4 à R231-6 du Code de la route : 1. Pour les véhicules de catégorie A (voitures et automobiles), le permis probatoire comprendra une première année où seuls les véhicules automatiques seront autorisés, puis une deuxième année complète avec des véhicules manuels inclus. Cela représente donc un total de deux ans. (Article R231-4) 2. Pour les motocycles (catégorie A1), le permis probatoire dure deux ans sans restriction de catégorie. (Article R231-5) 3. Pour les motocycles plus puissants que 12 kW (catégorie A) et pour les véhicules lourds tels que les camions, bus ou autocars (catégories C, C1, CE, D, DE), le permis probatoire durera trois ans. (Article R231-6) Il est à noter que le représentant de l'État dans le département peut réduire la durée du permis probatoire à deux ans pour les permis de conduire dont la délivrance est sollicitée, en application des articles 224-8 et L225-6 du Code de la route. Durant le permis probatoire, certaines restrictions peuvent s'appliquer, telles que des limites de vitesse ou

Thèses CIFRE.

Fonctionnement

La **Convention Industrielle de Formation par la Recherche (CIFRE)** est un programme français qui favorise la **collaboration entre une entreprise, un doctorant et un laboratoire de recherche public.**

Ce dispositif permet à une entreprise de droit français de recruter un doctorant pour mener un projet de recherche, en partenariat avec un laboratoire académique, aboutissant à la soutenance d'une thèse.

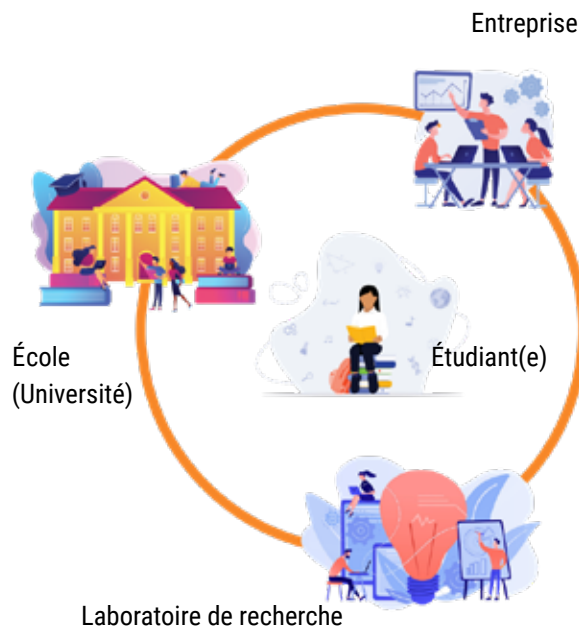
44

Comment ça fonctionne ?

Au CATIE, le doctorant est employé pour une période de trois ans.

Celui-ci mène un projet de recherche appliquée ou fondamentale, défini conjointement avec le laboratoire académique, dans le cadre de l'obtention d'un doctorat délivré par l'école doctorale de l'université.

Le CATIE bénéficie en outre d'une subvention annuelle de l'État pour soutenir le salaire du doctorant et financer les coûts liés au projet de recherche.



Pourquoi faire une thèse CIFRE ?

La thèse présente des avantages significatifs pour toutes les parties prenantes.

Le doctorant acquiert une expérience professionnelle en entreprise tout en réalisant un travail de recherche académique, ce qui facilite son insertion professionnelle

Le CATIE a des compétences de haut niveau pour mener des projets innovants. Les thèses CIFRE lui permettent de renforcer ses liens avec le monde académique, favorisant ainsi le transfert de technologies et l'application concrète des recherches.



Thèses CIFRE.

Fulin Yan

2025

L'hybridation IA et méthodes classiques dans des problèmes d'optimisation combinatoire.

Cette thèse, débutée en mars 2023 et prévue jusqu'en 2026, vise à résoudre des problèmes d'**optimisation combinatoire**, souvent rencontrés dans l'industrie (comme le problème du sac à dos, l'ordonnancement ou le routage).

Ces problèmes peuvent être modélisés grâce à la **programmation dynamique** comme des processus de décisions séquentielles avec des contraintes supplémentaires linéaires liées à la **consommation de ressources**.

Les approches exactes pour ces problèmes, bien que précises, sont souvent coûteuses en temps de calcul, ce qui limite leur applicabilité.

Les **méthodes heuristiques** sont donc particulièrement attractives puisqu'elles sont capables de fournir des **solutions de qualité** dans des **délais raisonnables**.

L'objectif principal de cette thèse est de développer des approches heuristiques génériques combinant **apprentissage automatique et techniques d'optimisation** afin de résoudre efficacement ce type de problèmes.

Dans le cadre du projet actuel, les travaux se concentrent sur la réduction de la taille des problèmes en identifiant et en éliminant les variables non pertinentes.

Cette approche repose sur l'utilisation de **modèles d'apprentissage automatique** capables de prédire l'importance des variables et ainsi de restreindre efficacement l'espace de recherche.

45

La thèse est menée conjointement entre l'**Institut de Mathématiques de Bordeaux** (IMB) et le **CATIE**, sous la direction de François Clautiaux (IMB), et encadrée par Hola Kwame Adrakey (CATIE) et Aurélien Froger (IMB).

Article publié sur la base d'une modélisation particulière de ces problèmes :

Fulin Yan, François Clautiaux, Aurélien Froger, Boris Albar. Generic Machine-Learning-Augmented Beam Search for Resource-Constrained Shortest Path Reformulations of Combinatorial Optimization Problems.

Computers and Operations Research, 2025, (10.1016/j.cor.2025.107339).

Thèses CIFRE.

Matisse Poupard



Curieux et cognitivement engagé : vers une compréhension intégrée de la curiosité et de la charge cognitive dans l'apprentissage en Réalité Étendue.

46

L'année 2025 marque l'aboutissement de la thèse CIFRE de Matisse Poupard, menée au sein de l'équipe *Systèmes Centrés sur l'Humain* du CATIE. Débutés en 2022, ces travaux répondent aux besoins des entreprises partenaires souhaitant tirer parti de la Réalité Virtuelle et de la Réalité Augmentée pour concevoir des **solutions de formation** plus efficaces, plus engageantes et mieux adaptées aux capacités cognitives des apprenants.

Après 2 premières études réalisées en 2024 sur l'**apprentissage de l'anatomie en VR et en AR**, qui ont conduit à une publication scientifique [1] et à une seconde soumission en cours d'évaluation [2], l'année 2025 s'est concentrée sur les 2 dernières contributions majeures de la thèse.

La première porte sur l'**analyse des données comportementales collectées en environnement immersif**, en particulier les mouvements des mains et de la tête. Les résultats montrent que ces données constituent une source d'information pertinente pour caractériser la **curiosité** et la **charge cognitive** des utilisateurs.

Parmi les indicateurs testés, c'est l'entropie des mouvements qui s'est révélée particulièrement prometteuse pour saisir la curiosité et l'engagement cognitif, ouvrant de nouvelles perspectives pour le développement de systèmes de formation adaptatifs capables d'**ajuster le contenu selon l'état cognitif de l'apprenant** [3].

La seconde contribution concerne la validation empirique du modèle théorique ayant structuré l'ensemble de la thèse. Les résultats confirment que les technologies de **réalité étendue peuvent améliorer l'apprentissage**, à condition d'être conçues pour éviter l'ajout de charge cognitive inutile.



Ils montrent également que cette charge superflue, en plus d'altérer la performance d'apprentissage, réduit la motivation intrinsèque et la curiosité, deux moteurs essentiels pour un apprentissage durable. Ces éléments soulignent l'importance de **minimiser la charge inutile** afin d'**améliorer** non seulement l'**efficacité pédagogique**, mais aussi la **motivation** et l'**expérience utilisateur** [4].

Ces travaux offrent ainsi des réponses concrètes aux besoins croissants en **solutions pédagogiques immersives**, en identifiant les contextes où la XR apporte une réelle plus-value.

Ils contribuent également à **orienter les choix** de conception et d'intégration de ces technologies dans les projets de l'équipe *Systèmes Centrés sur l'Humain* et des entreprises partenaires du CATIE.

Les résultats ont été présentés lors de la soutenance du 11 septembre dernier devant un jury international et ont été récompensés par **le prix de thèse R3NumEd 2025** qui salue la qualité scientifique et l'utilité opérationnelle des travaux menés.



[1] M. Poupard, F. Larrue, M. Bertrand, D. Liguoro, A. Tricot, and H. Sauzéon, "Using virtual reality for enhancing neuroanatomy learning by optimizing cognitive load and intrinsic motivation," *Computers & Education*, vol. 235, p. 105332, Oct. 2025, doi: 10.1016/j.compedu.2025.105332.

[2] M. Poupard, F. Larrue, M. Bertrand, D. Liguoro, H. Sauzéon, and A. Tricot, "Enhancing Anatomy Learning Through Mixed Reality-Supported Drawing: Investigating Learning Performance, Cognitive Load, and Intrinsic Motivation," Apr. 2025. Accessed: May 19, 2025. [Online]. Available: <https://hal.science/hal-05050491>

[3] M. Poupard, F. Larrue, M. Bertrand, D. Liguoro, A. Tricot, and H. Sauzéon, "From Movement to Learning: Leveraging VR Behavioral Metrics to Evaluate Cognitive Load and Curiosity," Feb. 2025. Accessed: Apr. 08, 2025. [Online]. Available: <https://hal.science/hal-04975548>

[4] M. Poupard, F. Larrue, M. Bertrand, D. Liguoro, H. Sauzéon, and A. Tricot, "Reducing Load, Fostering Curiosity: Empirical Validation of the IMCLM-XR," July 2025. [Online]. Available: <https://hal.science/hal-05219664>

Thèses CIFRE.

Luc Dumas-Laussinotte



Face à la généralisation des systèmes autonomes, l'**optimisation des interfaces de conversion** est devenue un enjeu majeur. Cette thèse, initiée en octobre 2024, porte sur le **développement de convertisseurs à puissance partielle**. L'objectif est de garantir une régulation optimale des flux (charge/décharge) et un équilibrage précis des cellules, tout en visant une amélioration significative du rendement énergétique et une réduction des coûts de fabrication.

La recherche s'appuie sur l'exploitation de deux caractéristiques intrinsèques des batteries, optimisées via les structures de puissance partielle :

- **Modularité des cellules** : la mise en série de nombreuses cellules élémentaires pour atteindre des tensions exploitables offre des degrés de liberté pour la conversion d'énergie
- **Stabilité de la tension** : la faible variation de tension aux bornes des cellules, durant leur cycle de vie et de fonctionnement, permet d'envisager des architectures de conversion simplifiées et plus efficaces

Ces nouvelles structures présentent un champ d'application transverse, allant des systèmes fortement intégrés (*smartphones*) aux infrastructures de forte puissance (soutien au réseau électrique MW), garantissant une large scalabilité des solutions développées.

Travail réalisé

À l'issue d'une phase d'incubation au laboratoire, la mise en œuvre d'une première expérimentation en boucle ouverte a permis de **valider la viabilité des topologies étudiées**.

Ces résultats ont fait l'objet de plusieurs actions de diffusion au sein de la communauté scientifique :

- **Publication internationale** : rédaction et présentation d'un article à la conférence ISIE 2025 de Toronto. Cette intervention en séance technique a permis de confronter les concepts de la thèse aux experts internationaux du domaine (DOI : [10.1109/ISIE62713.2025.11124679](https://doi.org/10.1109/ISIE62713.2025.11124679))

- **Communication nationale** : présentation des travaux sous forme de poster au Symposium du Génie Électrique (SGE) à Toulouse, favorisant les échanges avec les acteurs académiques et industriels français (cf. QR code)

État d'avancement et travaux expérimentaux



Setup expérimental de la topologie partielle power sur charge résistive 2.7kW

Développement des lois de commande

Les travaux actuels se concentrent sur la conception d'algorithmes de commande visant la convergence des états de charge (SoC) de cellules aux capacités hétérogènes.

Cette stratégie de gestion active, appliquée lors des cycles de charge et de décharge, poursuit deux objectifs majeurs :

- **Pérennisation du matériel** : limitation des phénomènes de dégradation prématurée des cellules.
- **Optimisation énergétique** : exploitation maximale de la capacité disponible de chaque élément du pack

Phase expérimentale et validation

Une phase de prototypage est en cours pour valider ces topologies à une puissance intermédiaire de 600 W. La mise en œuvre logicielle est réalisée sur une carte **Zest_Core** (plateforme 6TRON), optimisée pour l'électronique de puissance embarquée.

Le protocole de validation se décline en **3 étapes** :

1. Tests sur charges actives (ou résistives) pour valider la robustesse des lois de commande.
2. Cycles de charge réels sur cellules Lithium-ion.
3. Caractérisation du rendement énergétique pour *benchmarker* ces nouvelles architectures par rapport aux solutions conventionnelles.

Perspectives et cas d'usage IoT

En parallèle, une étude est menée sur un **cas d'usage dédié à l'Internet des Objets (IoT)** : concevoir un système autonome de charge/décharge pour nœuds de capteurs. Cette application concrète s'appuiera sur les résultats des tests préliminaires pour proposer une électronique de puissance de dimensionnement optimisé.

Partenaires : Laboratoire LAPLACE (Toulouse), équipe Convertisseurs Statiques en collaboration avec le CATIE

Direction de thèse : Thierry MEYNARD (Partie électronique de puissance), Jérémie REGNIER (Partie contrôle), Grégoire LE GOFF (Partie contrôle) | **Encadrement CATIE** : Olivier CHEVALERIAS



Thèses CIFRE.

Alix Bouni



État cognitif de l'utilisateur adressé par l'intégration de biosignaux dans des systèmes cyber-physiques : apport des dynamiques neuro-viscérales et cognitivo-motrices.

Ce projet de thèse, mené en collaboration entre le CATIE et l'équipe PMH_DySCo du laboratoire IMS, a pour objectif de **détecter les variations des états cognitifs** à travers l'analyse de signaux physiologiques recueillis par des capteurs faiblement intrusifs.

Ces signaux permettent d'étudier les changements d'état physiologique et comportemental, en lien avec les **variations de l'état central** (cerveau).

Trois expérimentations ont été réalisées pour observer ces modifications dans des situations proches des conditions de travail quotidiennes. Elles ont en outre permis de **consolider le cahier des charges** d'un système de recueil plus performant et plus complet adapté aux besoins des analyses.

Ces résultats ont été utilisés pour le **développement d'un système cyberphysique** comprenant les éléments suivants :

- Un boîtier central, appelé **Datalogger** qui permet la synchronisation, le traitement et la visualisation des données et leur stockage local sur carte microSD (*Figure 1*).
- Des capteurs de l'activité cardiaque (par une ceinture *Figure 2*, par un capteur optique attaché au poignet ou intégré à un bandeau porté sur le front *Figure 3*), de l'activité de respiratoire (*Figure 4*), et de mouvement (*Figure 5*).

Les deux premières études ont mis en évidence **l'importance de la variabilité cardiaque** pour identifier les changements d'état cognitif et psychophysiologique. L'analyse des dynamiques motrices, à travers la mesure de la complexité, a permis de détecter des indicateurs fins des variations de l'état cognitif et de la réponse à la charge cognitive. Ces résultats ont abouti à **deux publications scientifiques** et à des présentations lors de congrès internationaux.

La troisième étude a, quant à elle, été réalisée dans le cadre d'une recherche interne sur la **cybersécurité** au CATIE, avec une tâche de traitement de mails, et a confirmé la pertinence des métriques pour détecter les variations d'état en situation écologique.

Soutenue en décembre 2025, cette thèse propose une approche pluridisciplinaire, intégrant physiologie, traitement du signal et électronique, et souligne l'intérêt des analyses multivariées pour détecter précisément les variations cognitives dans des contextes expérimentaux proches des conditions réelles. Elle repose sur le développement d'un **système cyberphysique modulaire**, associé à des **méthodes d'analyse innovantes**, permettant de mieux caractériser les dynamiques neuroviscérales et cognitivo-motrices et de détecter ainsi les changements d'état cognitif chez l'utilisateur.

Ces travaux ouvrent des **perspectives concrètes** d'application dans des domaines tels que l'ergonomie, la rééducation et l'optimisation de la performance sportive, grâce à des dispositifs de suivi individualisé et d'adaptation en temps réel basés sur des marqueurs physiologiques sensibles et robustes.



Fig.1 - Datalogger permettant la synchronisation des capteurs ainsi que la visualisation, le traitement et l'enregistrement des données

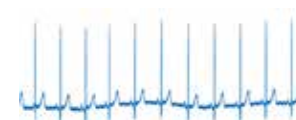


Fig.2 - capteur ECG à fixer sur une ceinture thoracique et signal ECG obtenu



Fig.3 - capteur PPG au niveau du front et signal PPG obtenu

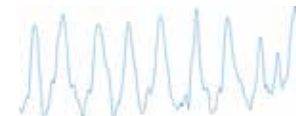


Fig.4 - capteur piézoélectrique à fixer sur une ceinture thoracique et signal de respiration obtenu



Fig.5 - centrale inertielle (IMU) intégrant un accéléromètre, un gyroscope et un magnétomètre et signal d'accélération obtenu sur 3 axes

Publications

A. Bouni, L.M. Arzac, O. Chevalerias, V. Deschodt-Arsac, "From Accelerometer to Cognition: Hand Motion Can Reflect Effects of Cardiac Coherence on Cognitive Flexibility", *Sensors* (Basel), vol. 25, no. 9, article 2942, 2025 May 7, doi: 10.3390/s25092942

A. Bouni, L.M. Arzac, O. Chevalerias, V. Deschodt-Arsac, "Multifractal Nonlinearity in Behavior During a Computer Task with Increasing Difficulty: What Does It Teach Us?", *Entropy* (Basel), vol.;27, no. 8, article 843, 2025 Aug 8, doi: 10.3390/e27080843

Datalogger.

Plateforme d'acquisition de signaux physiologiques en conditions réelles

Développé par l'équipe *Systèmes Cyber-Physiques*, le **Datalogger** est un équipement dédié à l'**acquisition de signaux physiologiques** dans le cadre d'expérimentations menées en milieu écologique ou quasi écologique, en dehors du laboratoire et au cours des activités habituelles des participants.

52

L'analyse des états cognitifs est actuellement réalisée en post-traitement sur PC, mais la finalité est d'**intégrer aussi des algorithmes dédiés appliqués sur les données consolidées** issues des différents capteurs. Cela permettra de proposer une interprétation, de détecter une dégradation de l'état cognitif de l'utilisateur et de lui proposer éventuellement une solution de remédiation telle que de la cohérence cardiaque.

Ce développement interne a été motivé par les **limites des dispositifs commerciaux** : performances insuffisantes en termes de résolution et de fréquence d'acquisition, accès restreint aux données brutes, absence de synchronisa-

tion entre capteurs et solutions de stockage parfois inadaptées à la sensibilité des données.

Les spécifications ont été établies à partir des besoins recueillis auprès des physiologistes du CATIE et du laboratoire d'accueil d'Alix Bouni dans le cadre de sa thèse (voir p X), mais aussi à travers des discussions avec des chercheurs d'autres laboratoires externes. Le système en cours de développement se compose d'un boîtier central (le **Datalogger**) et de plusieurs capteurs physiologiques.

La maquette repose sur des cartes standards **6TRON by CATIE** (www.6tron.io).





Capteur ECG connecté à une ceinture cardiaque du commerce (jusqu'à 1 kSPS)



Capteur optique de mesure du rythme cardiaque (PPG) et de la saturation du sang en oxygène (SpO2) - 250 SPS max



Capteur respiratoire piézoélectrique monté sur une ceinture thoracique (50 à 100 SPS),

2025

Le boîtier est alimenté par un adaptateur secteur 5V ou sur batterie, avec une autonomie d'environ 8 heures, et intègre une horloge temps réel (**RTC**) pour un horodatage précis et la synchronisation des capteurs via une communication **BLE** (**Bluetooth Low Energy**).

Après la mise sous tension, le **Datalogger** synchronise les capteurs. L'acquisition commence aussitôt avec la transmission des signaux.

Un **écran LCD** permet de visualiser les données en temps réel afin de vérifier le bon positionnement et le fonctionnement des capteurs.

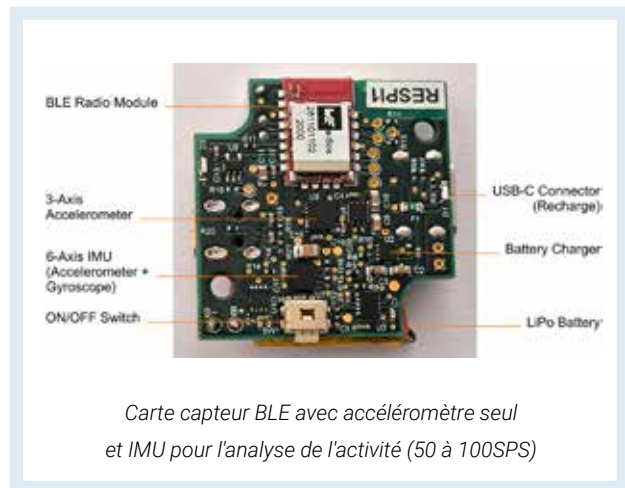
Les données reçues, données brutes et données prétraitées (activité, rythme cardiaque, indicateurs de variabilité, ...) sont enregistrées localement sur **carte microSD**.

Des traitements plus complexes, tels que le calcul de la puissance dans les bandes HF et LF de l'ECG (électrocardiogramme), sont réalisés par un **coprocesseur dédié**. Les données peuvent ensuite être exportées au format CSV pour **analyse via un applicatif PC**.

Les capteurs sont alimentés par une **batterie Li-Po** de 150 mAh offrant plus de 36 heures d'autonomie et sont rechargeables via USB-C.

Des optimisations sont actuellement en cours sur le **Datalogger** et les **capteurs PPG** (Photopléthysmographie). Afin de compléter la trousse à outils d'analyses de l'état cognitif, de **nouveaux capteurs** sont à l'étude en 2026, notamment un capteur de l'activité électrodermale (AED) destiné à l'**évaluation du stress**.

53



Carte capteur BLE avec accéléromètre seul et IMU pour l'analyse de l'activité (50 à 100SPS)

Daryl.

IA générative et aide à la décision commerciale.

Le CATIE a accompagné Daryl, start-up développant un logiciel d'aide à la **rédaction de devis techniques**, dans l'amélioration de son système d'Intelligence Artificielle générative et agentique.

Le projet s'est appuyé sur un cas d'usage réel fourni par une entreprise cliente de Daryl, ainsi que sur son **corpus documentaire existant**.

L'objectif était de permettre la **génération automatisée de devis** à partir d'une description succincte du besoin, en s'appuyant sur les documents techniques de l'entreprise. Cette démarche a permis de mener des travaux concrets, directement exploitables par Daryl.

L'intervention du CATIE s'est structurée autour de deux axes :

- **recherche amont (TRL bas)** : identification des verrous techniques et exploration de pistes innovantes, alimentant la feuille de route R&D de Daryl ;
- **développement applicatif (TRL élevés)** : contribution directe à la mise en œuvre rapide d'un prototype fonctionnel.

Initialement centré sur les architectures agentiques et l'intelligibilité des systèmes d'IA, le projet a été **réorienté conjointement avec Daryl** autour de deux priorités opérationnelles.

Structurer la connaissance pour fiabiliser les devis

Le premier axe a porté sur une étude de faisabilité visant à **améliorer la compréhension** des documents techniques par l'IA, dans l'objectif de **fiabiliser la génération des devis**.

Pour ce faire, une approche de gestion des connaissances par graphes a été expérimentée. Elle repose sur la construction préalable d'un graphe de connaissances à partir de documents hétérogènes (catalogues, réglementations, procédures internes), exploité par l'IA lors de la génération des devis afin de mobiliser des informations de contexte jusque-là implicites.

Les travaux ont confirmé l'intérêt des graphes de connaissances pour relier contexte client, exigences techniques et références produits. Les expérimentations menées sur des données réelles ont toutefois mis en évidence les **limites des technologies actuelles pour automatiser entièrement**

cette structuration, en raison notamment de la variabilité des documents et de lacunes dans les contenus internes.

Le département *Algorithmes & Données* du CATIE a apporté un éclairage structuré sur les enjeux techniques du projet. Il a permis à Daryl d'identifier précisément les limites rencontrées, de **proposer des options de résolution** adaptées et de définir une feuille de route R&D hiérarchisée. L'approche retenue privilégie une intégration pragmatique de l'expertise humaine au sein d'une chaîne de traitement outillée, tout en ouvrant des perspectives sur les évolutions technologiques à même d'**accroître progressivement le niveau d'automatisation**.

Ces éléments offrent à Daryl un socle de décision solide pour arbitrer entre innovation ambitieuse et mise en production rapide.

Apprendre des utilisateurs pour faire évoluer le système

Le second axe a exploré la mise en place d'un **mécanisme d'apprentissage** à partir des retours utilisateurs, afin de permettre au système d'évoluer progressivement avec les usages.

Le CATIE a conçu un prototype validant un apprentissage incrémental capable :

- d'**ajuster les devis** en fonction des retours utilisateurs ;
- de **capitaliser** ces retours pour des cas similaires futurs ;
- d'**initialiser** le système à partir de règles et directives métier structurantes ;
- d'**offrir un contrôle** explicite et auditable des comportements appris.

Chaque utilisateur devient ainsi acteur de l'amélioration continue du système, sans nécessiter une formalisation exhaustive préalable des connaissances métier. Ce mécanisme constitue un **levier clé vers une solution industrialisable**.

Un accompagnement transverse

Ces travaux ont été complétés par un **pilotage hebdomadaire** du projet et des conseils techniques portant notamment sur l'architecture globale du système et l'évaluation des performances.

Jusqu'à présent, la formalisation de l'expertise métier tacite constituait un frein majeur au déploiement de solutions d'IA générative fiables en milieu professionnel. Daryl dispose désormais des bases nécessaires pour **transformer cette contrainte en opportunité**, en développant une solution qui s'améliore avec l'usage tout en accompagnant les entreprises dans la structuration de leurs connaissances internes.

Cette collaboration, alliant ambition technologique et pragmatisme, a abouti à un rapport **diagnostic** de l'existant, des **recommandations** opérationnelles et un **prototype** fonctionnel. Elle constitue une base solide pour les développements futurs et contribue à renforcer la différenciation de Daryl sur le marché des solutions d'IA B2B.

Fig. 1 :
Extraction d'informations par
LLM et structuration en graphe
(entités et relations)



PentestLLM.

Amélioration de la sécurité des infrastructures réseaux

Le projet **PentestLLM**, soutenu par le programme France 2030 et piloté par **ADACIS**, **BPI** et **HARYON**, vise à explorer et exploiter le potentiel des grands modèles de langage (**LLM**) afin de renforcer les capacités des professionnels de la **cybersécurité** dans le cadre des tests d'intrusion (*pentests*) d'infrastructures réseaux *on premise*.

56

L'objectif principal de ce projet de trois ans est de développer des **assistants intelligents** capables d'accompagner les *pentesters* dans l'identification et l'exploitation de vulnérabilités connues ou potentielles, notamment par la génération automatisée de *payloads*. Ces derniers permettent de détourner le fonctionnement normal d'un système afin de **mettre en évidence des failles de sécurité**, dans une démarche strictement encadrée et conforme aux normes d'audit et aux contraintes PASSI pour les menaces avancées.

Le CATIE intervient comme sous-traitant d'ADACIS, principalement sur les aspects recherche appliquée et ingénierie des modèles d'IA, avec un rôle clé dans la **sélection, l'adaptation et l'évaluation des LLM destinés à l'assistance aux pentesters**.

Le CATIE participe à l'**analyse comparative** de plus de 20 modèles de langage pertinents pour les cas d'usage du projet.

À l'issue de cette phase de *benchmark*, certains modèles ont été sélectionnés, parmi lesquels 5 *LLM* feront l'objet d'un ***fine-tuning* approfondi** : *Qwen 2.5 Coder*, *Qwen 3*, *llama4*, *Mistral Small3.1* et *Deepseek Coder*.

À terme, seront uniquement conservés les modèles les plus performants selon les usages (langage, type de vulnérabilité, contexte d'attaque,...).

Le *fine-tuning* consiste à ré-entraîner partiellement des modèles généralistes sur des jeux de données plus restreints mais hautement spécialisés.

On passe ainsi de jeux de données massifs (plusieurs milliers de milliards de *tokens*) à des ensembles plus ciblés (plusieurs millions de *tokens*) afin d'obtenir des **résultats plus pertinents** pour les tâches spécifiques d'audit de sécurité mais également :

- une **meilleure précision** dans la génération de code d'exploitation,
- une **réduction des coûts** et du temps de calcul, une **adaptation fine** aux besoins des *pentesters*.

En collaboration étroite avec le LaBRI, l'équipe *Algorithmes & Données* contribue au **développement et à l'implémentation de méthodes d'évaluation automatiques** des performances des LLM.

Ces méthodes visent à mesurer la capacité des modèles à :

- **identifier** des vulnérabilités envisagées,
- **générer du code** fonctionnel pour l'exploitation de failles,
- **produire des payloads** réalistes et exploitables dans un cadre de test.

Le **LaBRI** propose des métriques et des cadres d'évaluation théoriques, tandis que le CATIE veille à leur mise en œuvre opérationnelle, en conditions proches de l'usage réel des *pentesters*.

Pour cela, le CATIE étudie et développe des systèmes combinant graphes de connaissances, approches Text-to-SQL et classification et raisonnement par LLM, afin de **faciliter l'analyse des systèmes audités et l'identification de scénarii d'attaque pertinents**.

Ces outils visent à automatiser certaines étapes de l'exploitation de vulnérabilités et à fournir un assistant intelligent de génération de code, capable de **soutenir les audits de sécurité menés dans des secteurs critiques** (hôpitaux, banques, entreprises, administrations).

Les travaux de sélection, d'entraînement et d'évaluation des LLM sont réalisés sur la **plateforme de calcul VANILLA** mobilisant les ressources GPU de notre serveur (incluant deux cartes NVIDIA A100 de 80 Go) et représentent plusieurs milliers d'heures de calcul sur la durée du projet.

Ce projet s'inscrit dans une dynamique de **sécurité proactive des systèmes d'information** en cherchant, en premier lieu, à détecter les failles et à en mesurer l'impact (et non pas à les corriger directement), afin de renforcer les mesures de protection.

En apportant son expertise en Intelligence Artificielle appliquée, en évaluation de modèles et en ingénierie logicielle, le CATIE entend prendre part à la **création d'outils concrets et opérationnels au service des professionnels de la cybersécurité**.



Secu2R.

Améliorer la sécurité des conducteurs de deux-roues



L'année 2025 a marqué l'achèvement du projet **NTIC-Secu2R**, financé par la **Sécurité routière**, après deux années de travaux menés par l'équipe *Systèmes Centrés sur l'Humain*, en collaboration avec la société **Caylar SAS** et le **laboratoire Passages**, département de géographie de l'**Université de Bordeaux**.

58

Ce projet visait à proposer des **solutions d'alerte innovantes** reposant sur des **technologies sensorielles** (tactiles, visuelles et auditives), afin d'améliorer la **sécurité des conducteurs de deux-roues motorisés** (2RM), particulièrement exposés aux risques d'accidents en raison de comportements tels que la vitesse excessive, l'inattention ou la surcharge cognitive.

Un simulateur de moto a été spécifiquement conçu pour **recréer des situations de conduite réalistes** dans un environnement sécurisé. Il a permis d'évaluer différents dispositifs d'alerte, incluant une **ceinture vibrante** conçue par Caylar, des **lunettes de Réalité Augmentée** et des **alertes sonores**.

Ces solutions ont été analysées au regard de leur capacité à transmettre des informations critiques aux conducteurs, en tenant compte des **capacités cognitives** et des exigences propres à la conduite d'un deux-roues motorisé. La méthodologie reposait sur des **tests utilisateurs rigoureux** et visait à identifier les modalités sensorielles les plus pertinentes en termes d'efficacité, de sécurité et d'acceptabilité. Le simulateur a également permis de **collecter** des données précises sur la perception, l'attention et les réactions des conducteurs, afin d'**ajuster** les protocoles expérimentaux et d'**affiner** les dispositifs en fonction des retours d'expérience.

Les résultats mettent en évidence une diminution significative de la vitesse à la suite de la diffusion d'une alerte, quel que soit le type de danger considéré (prévisible ou non).

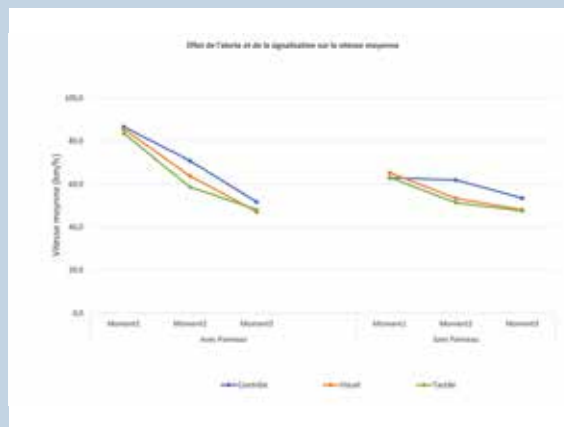
Il est notable que certains participants ont ralenti sans avoir systématiquement identifié le danger associé, traduisant un comportement de prudence déclenché par l'alerte elle-même.



En revanche, aucune modalité sensorielle ne s'est distinguée de manière significative, les **alertes visuelles et tactiles produisant des effets comparables** sur la réduction de la vitesse.

En complément de ces observations comportementales, des **questionnaires standardisés** ont montré que l'utilisation de dispositifs d'alerte augmentée n'entraînait pas d'augmentation de la charge cognitive, dans un contexte de conduite toutefois peu complexe. Des **entretiens semi-directifs** ont permis d'approfondir l'analyse des bénéfices et des limites perçues par les participants. **Les résultats révèlent des perceptions contrastées**, combinant des éléments positifs (pertinence, anticipation, efficacité perçue, facilité d'usage) et des réserves (encombrement sensoriel, allongement du temps de réaction, utilité jugée limitée).

En conclusion, cette première étude souligne le **potentiel des technologies de perception augmentée pour renforcer la sécurité** des conducteurs de deux-roues motorisés, notamment lorsqu'elles reposent sur des signaux sensoriels simples orientant efficacement l'attention vers une situation à risque.



Toutefois, des travaux complémentaires restent nécessaires pour **identifier les cas d'usage les plus pertinents** en fonction des environnements de conduite et des modalités d'utilisation.

La fréquence de déclenchement des alertes apparaît notamment comme un paramètre clé, devant être finement ajusté afin d'éviter à la fois la surcharge et l'effet de surprise. Par ailleurs, de fortes **différences interindividuelles** ont été observées, possiblement liées à l'âge, à l'expérience, au style de conduite ou aux préférences sensorielles.

Ces résultats encouragent la poursuite des recherches, tant pour l'**optimisation** des dispositifs technologiques (particulièrement les solutions vibro-tactiles) que pour l'élaboration de **recommandations opérationnelles** sur le choix des canaux sensoriels, adaptées aux profils des utilisateurs et aux situations de conduite.

Enfin, l'**extension des expérimentations à d'autres contextes**, tels que les mobilités professionnelles ou les trajets interurbains, apparaît essentielle pour consolider et enrichir ces approches.

HAIKU.

Assistance aux pilotes de ligne



Le projet Européen **HAIKU** (*HumanAI Teaming Knowledge and Understanding for Aviation Safety*) s'est terminé en septembre 2025 après trois ans de travaux menés en collaboration avec **Thales, Embraer et Bordeaux INP**.

Le use-case du CATIE portait spécifiquement sur les deux premières questions de recherche, en explorant la **relation pilote-IA** ainsi que les **modalités d'explicabilité** adaptées au cockpit et au contexte.

Son objectif était d'ouvrir la voie à une **Intelligence Artificielle centrée sur l'humain** en explorant des prototypes interactifs dans divers contextes aéronautiques, alignée sur les besoins opérationnels, la sécurité et les exigences **EASA** (**Agence européenne de la sécurité aérienne**) en matière de **Human-AI Teaming**.

Le projet reposait sur une **approche itérative** combinant définition de concepts, prototypage, simulations et validations multi-acteurs. Cette **approche centrée sur l'humain** a conduit le CATIE, en collaboration avec ses partenaires, à organiser **2 sessions de validation** pour évaluer la progression des concepts et prototypes d'Assistants Intelligents (IA).

HAIKU s'articulait autour de **trois grandes questions** de recherche :

- Quel type de relation humain-IA est recommandé selon l'usage ?
- Que signifie rendre une IA "explicable" ?
- Comment entraîner une IA avec peu de données, dans des environnements critiques ?

Suite aux améliorations de l'IHM consécutives à la première session de validation, l'année 2025 a été consacrée à la seconde évaluation d'**OLIVIA** (*Operational Intentions Adviser for Aviation*), un assistant pour les pilotes utilisant un langage d'interaction de haut niveau basé sur les intentions opérationnelles.





Son but est d'**aider les équipages** à gérer les menaces en cours de route, à sélectionner des plans de vol alternatifs et des aérodomes de déroutement.

L'intégration d'OLIVIA dans un simulateur de vol avec un véritable système de gestion de vol (**FMS200 de THALES**) et la validation du prototype auprès de 10 pilotes utilisant le poste de pilotage représentatif **FlytX de THALES** a permis d'atteindre un niveau de maturité technologique TRL5.



L'évaluation facteurs humains réalisée par le *département Systèmes Centrés sur l'Humain* lors de ces tests, a montré qu'OLIVIA permet une réduction significative de la charge cognitive, une amélioration de la conscience de la situation et une accélération des décisions critiques, notamment dans la sélection d'aérodomes de déviation.

Les **solutions proposées** par l'assistant, générées en 30 à 45 secondes, sont jugées **fiables, compréhensibles et faciles à intégrer**.

Les pilotes ont exprimé une forte acceptabilité et une **confiance élevée envers le système**, confirmant le potentiel d'OLIVIA comme outil d'aide à la décision dans le cockpit moderne. Quelques axes d'amélioration ont été identifiés, notamment l'enrichissement de l'explicabilité graphique et une meilleure intégration avec les opérations sol (ATC, OCC).

Au terme de ces trois années, HAIKU a permis de faire émerger un **concept d'assistant intelligent prometteur**, capable de soutenir la prise de décision des pilotes en agrégeant les informations pertinentes et en facilitant la communication des intentions, en **préservant totalement l'autorité humaine**. OLIVIA se positionne ainsi comme un assistant cognitif complémentaire, et non comme un substitut au pilote.

Les résultats obtenus confirment sa maturité au niveau TRL5, son opérationnalité dans des environnements représentatifs et **son potentiel pour une future intégration dans les cockpits de prochaine génération**.

DigitALL.

Communication non verbale et apprentissage

L'équipe *Systèmes Centrés sur l'Humain* a collaboré avec l'entreprise **IMMERSION** dans le but d'explorer le **pouvoir de l'implicite** dans les interactions humaines et d'envisager son intégration au sein de la plateforme de collaboration **Shariing**.

62 Le projet **DigitALL** vise à analyser les retours d'expérience des utilisateurs de la plateforme Shariing développée par IMMERSION.

Il s'intéresse plus particulièrement à l'usage de la **communication non verbale**, composante essentielle de l'interaction humaine, comme levier d'amélioration des processus d'apprentissage en contexte de formation à distance ou hybride synchrone.

Les travaux de recherche montrent en effet que plusieurs facteurs, tels que la motivation, le sentiment d'auto-efficacité ou encore la présence sociale, influencent de manière significative la qualité de l'apprentissage, tant positivement que négativement, dans ces modalités de formation.





L'objectif principal du projet est ainsi de concevoir des **solutions innovantes pour l'éducation et la formation**, en s'appuyant sur des technologies avancées capables d'analyser et d'interpréter des signaux non verbaux (expressions faciales, gestuelle, posture,...) afin d'enrichir l'expérience d'apprentissage et de la rendre plus engageante et empathique.

Le projet s'est structuré autour de plusieurs étapes :

1. Une **veille** sur les différents indicateurs de performances pour les formations à distance synchrones.
2. Une **analyse** de besoin, menée auprès d'utilisateurs finaux pour comprendre leurs utilisations de la plateforme et quels seraient les axes à améliorer.
3. Une **évaluation** itérative de la plateforme, incluant l'ajout de nouvelles fonctionnalités destinées à favoriser la communication non verbale.

Notre équipe rassemble actuellement les éléments issus de la veille ainsi que les retours du terrain pour formuler un ensemble de recommandations de fonctionnalités visant à renforcer la communication non verbale et à plus long terme l'apprentissage.

63

Les évaluations ont été conduites sur **PEAC²H**, notre plateforme d'étude comportementale qui permet de tester les dispositifs en conditions réelles et d'analyser les retours des utilisateurs.



PhOENIX.

Innover dans la formation par le numérique

Le projet national PhOENIX (Photonique, Outils Éducatifs Numériques Intelligents et eXPérimentés) vise à **concevoir et déployer des outils pédagogiques numériques innovants**, adaptés aux compétences recherchées par les entreprises françaises de la filière photonique.

64

La **filière photonique française** connaît une forte dynamique de croissance. Toutefois, les entreprises font face à des difficultés de recrutement, liées notamment à un décalage entre les compétences acquises en formation et les besoins opérationnels du terrain. Il apparaissait donc indispensable de faire évoluer les pratiques pédagogiques et de proposer des **outils d'enseignement mieux alignés avec les réalités industrielles**.

Dans le cadre du projet, le CATIE développe des **outils méthodologiques** réutilisables et transférables, fondés sur une démarche de **conception centrée utilisateur**.

Cette approche permet d'itérer et de tester les prototypes en conditions réelles, de prendre en compte les contraintes du terrain et d'**évaluer l'impact direct des solutions auprès d'une large commu-**

nauté d'utilisateurs.

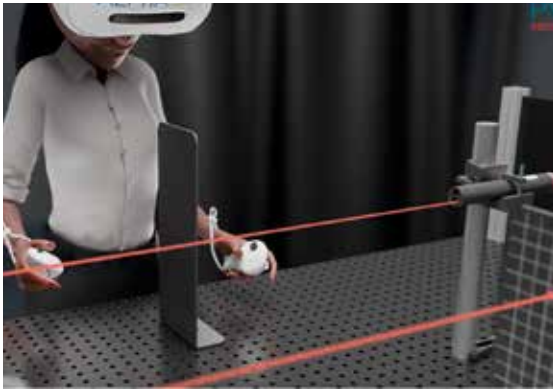
Elle contribue également à sensibiliser l'ensemble des parties prenantes aux enjeux du facteur humain dans le développement des outils numériques.

L'objectif est de placer l'humain au cœur de la conception pédagogique, de maximiser les apprentissages et de répondre concrètement aux besoins de la formation en photonique identifiés dès la première année du projet (travaux pratiques, concepts physiques, mathématiques appliquées à la physique).

Démarré en mars 2023, le projet PhOENIX arrive prochainement à son terme.

En 2025, il a accompagné 6 structures de formation réparties sur l'ensemble du territoire français et a permis la production de nombreuses ressources documentaires, outils pédagogiques et modules d'apprentissage numériques :

- des travaux pratiques en réalité virtuelle (VR),
- la plateforme web Maths4Photonics, dédiée à la remise à niveau en mathématiques pour l'optique,
- ainsi que des capsules vidéo dynamiques destinées à accompagner les formateurs.



Dans la continuité de ces actions, le projet publiera prochainement un livre blanc synthétisant les bonnes pratiques pour concevoir des formations adaptées, fondées sur une méthodologie éprouvée de conception centrée utilisateur.

Un webinaire de clôture viendra également rassembler l'ensemble des acteurs des domaines de la formation et du numérique afin de partager les résultats et perspectives du projet.

L'opération est financée par l'État à hauteur d'1 061 870 euros sur 3 ans, dans le cadre de l'Action "Adaptation et qualification de la main d'œuvre", issue de l'appel à projet "Dispositifs France Formation Innovante NUMérique (DEFFINUM)", lancé par le ministère du Travail, du Plein emploi et de l'Insertion dans le cadre d'un vaste plan de transformation et de digitalisation de la formation intégré au Plan de relance, co-piloté par le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI), et opéré par la Banque des territoires dans le cadre de France 2030.

KIDcCARE.

La Réalité Virtuelle au cœur de la formation en anesthésie pédiatrique



La **formation en anesthésie pédiatrique**, pourtant essentielle à la sécurité des patients, demeure difficile d'accès, coûteuse et limitée dans ses formats pédagogiques.

66

Les **simulations haute fidélité**, bien que très appréciées, mobilisent d'importantes ressources matérielles et humaines, ce qui complique leur déploiement à grande échelle.

Elles reposent sur des **mises en situation réalistes** (mannequins augmentés et environnements cliniques reconstitués) permettant aux professionnels de santé de s'entraîner à la gestion de situations critiques dans des conditions proches du réel.



Or, tout établissement prenant en charge des patients adultes peut être confronté à des urgences chirurgicales pédiatriques, avec un taux d'événements critiques graves estimé à 5,2 %. Se pose alors une question essentielle : comment proposer une formation à la fois accessible et robuste pour **améliorer la prise en charge de ces situations rares mais critiques** ?

C'est à cette problématique que répond le projet **KIDCCARE**, auquel le CATIE contribue aux côtés de **VirtualiSurg** et du **CHU de Bordeaux**.

Depuis 2025, les partenaires développent des **capsules de formation en Réalité Virtuelle** dédiées à l'entraînement des médecins à la gestion de crises spécifiques à l'anesthésie pédiatrique.

L'ambition du projet est de concevoir une solution immersive, embarquable et facilement déployable, permettant des **entraînements autonomes, répétables à l'infini et à un coût inférieur aux simulations quasi réelles**.

Le département *Systèmes Centrés sur l'Humain* du CATIE joue un rôle clé dans ce projet, en intervenant sur la conception **en collaboration avec les équipes médicales**, la définition des objectifs pédagogiques, le design de l'expérience utilisateur, ainsi que l'évaluation de l'impact du dispositif sur les performances et la confiance des internes.

Des **méthodologies expérimentales réutilisables** sont mises en place afin d'optimiser l'UX/UI des capsules, d'analyser l'évolution des connaissances et de mesurer la pertinence pédagogique des *scenarii* immersifs.



Plusieurs *scenarii* simulant des situations pédiatriques rares, graves et exigeantes sur le plan clinique sont développés dans le cadre du projet.

En 2025, les travaux se sont concentrés sur les 2 premières capsules : la première a permis de conduire une expérimentation de terrain **comparant 2 modalités d'apprentissage** (vidéo et Réalité Virtuelle) suivie d'une évaluation sur **simulateur haute fidélité**. Cette étude vise à mesurer l'apport réel de la Réalité Virtuelle dans un cursus de formation médicale.

La seconde capsule a fait l'objet d'un travail de coconception approfondi intégrant les attentes pédagogiques des professionnels tout en **améliorant le protocole d'évaluation** issu du premier lot.

Enfin, la capsule dédiée au choc anaphylactique s'inscrit dans une logique de **transfert de compétences vers VirtualiSurg**, afin de les rendre autonomes dans l'évaluation de nouveaux *scenarii* pédagogiques.

Les développements, tests utilisateurs et évaluations se poursuivront en 2026, avec pour ambition de proposer une **solution immersive accessible** à l'ensemble des centres de formation et contribuant à **l'amélioration de la sécurité des pratiques en anesthésie pédiatrique**.

EDIH Dihnamic.

Exemple d'accompagnement

Depuis 2023, Dihnamic est mené par un *consortium* de 13 partenaires qui vise à accompagner les **PME locales pour monter en compétences autour des technologies numériques de pointe**, telles que l'Intelligence Artificielle (IA), la robotique avancée, les systèmes intelligents et les jumeaux numériques.

Ce projet permet d'**accélérer la transition numérique et durable** du tissu industriel régional : Dihnamic encourage et soutient le développement d'une industrie dotée de technologies de pointe, résilientes et efficaces en termes de ressources, en ligne avec les concepts d'IA de confiance.

Les services proposés visent à favoriser l'**adoption de l'IA de confiance**, en réponse aux besoins de l'industrie pour s'adapter aux défis économiques, environnementaux et sociétaux actuels, tout en considérant les aspects éthiques et environnementaux appliqués aux processus d'innovation et de numérisation.

En 2025, 13 diagnostics ont été réalisés et 14 services ont été lancés pour 11 entreprises accompagnées

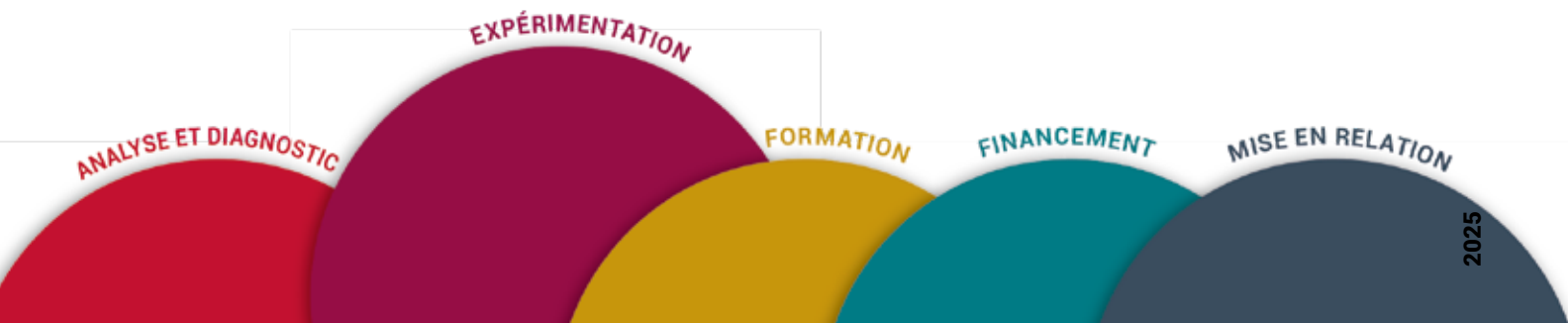
GETADE

Dans le cadre du dispositif DIHNAMIC, le CATIE accompagne **GETADE** dans la conception d'un système de mesure pour analyser la santé des végétaux. Les méthodes actuelles de **détection des maladies des plantes** reposent principalement sur des analyses chimiques, par extraction de leur sève. Ces techniques, bien que fiables, présentent plusieurs limites.

GETADE souhaite donc disposer d'une **solution de mesure** plus simple, plus rapide et non-destructive, permettant d'effectuer des relevés directement sur les plants et de préparer l'**usage de modèles d'IA pour la détection et l'anticipation des maladies**.

L'intervention du département *Systèmes Cyber Physiques* vise à concevoir un système de mesure qui soit à la fois **compatible** avec les contraintes agronomiques de terrain et **adapté** aux besoins d'une future chaîne de traitement de données par IA.

Une première étude avait porté sur l'analyse des différentes solutions de captation possibles.



Elle a permis d'identifier les grandes familles de capteurs potentiellement pertinentes ainsi que leurs limites en termes de précision, de coût, de robustesse et de conditions d'emploi (contact avec la plante, environnement, temps de mesure).

En 2025, l'équipe *Systèmes Cyber Physiques* a pris en charge la **conception d'une solution de mesure** répondant aux besoins de GETADE. Le rôle principal de l'unité a été de définir l'architecture globale du système de mesure et de développer le logiciel embarqué pour la réalisation et le stockage des mesures.

Sur cette base, une première version d'un **système de mesure multi-capteurs** a été réalisée pour valider la pertinence technique des signaux collectés, évaluer les modalités d'usage sur le terrain et alimenter une base de données d'apprentissage destinée **aux futurs modèles d'IA** de GETADE.



Si vous souhaitez, vous aussi, profiter du parcours Dihnamic, n'hésitez pas à nous contacter !



Co-financé par l'Union européenne et la Région Nouvelle-Aquitaine. Les vues et opinions exprimées sont toutefois celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement celles de l'Union européenne ou de la Région Nouvelle-Aquitaine. Elles ne sauraient engager la responsabilité de l'Union européenne ou de l'autorité concédante.

Vision par ordinateur.

pour une inspection 100 % automatisée

Le **contrôle visuel des véhicules neufs** constitue une étape clé dans la logistique automobile, notamment lors de leur arrivée sur les parcs portuaires avant cargaison.

Ces inspections, souvent réalisées manuellement, doivent répondre à des exigences élevées de **rapidité** et de **fiabilité**, afin d'assurer la qualité des livraisons et la traçabilité en cas de dommage. Dans ce contexte, le CATIE a mené un projet en collaboration avec une entreprise internationale spécialisée dans le **contrôle automatisé** des véhicules sur sites portuaires.



L'objectif de ce projet est d'automatiser l'inspection visuelle des véhicules avant leur transfert dans les navires rouliers grâce à un modèle de **vision par ordinateur**.

Ce système intelligent doit être capable de **détecter** les défauts ou dommages de surface et de **rediriger** les véhicules concernés vers une zone de vérification, tout en **s'intégrant dans la chaîne logistique existante**.

L'enjeu est double : réduire le temps d'inspection par véhicule tout en augmentant la précision de détection pour **limiter les coûts** liés aux erreurs d'évaluation.

Dans un premier temps, l'équipe *Algorithmes & Données* a travaillé sur l'**interfaçage** avec le système existant de l'industriel, permettant la récupération automatisée des images issues des postes de prise de vue.

Ce travail a impliqué l'**optimisation** des *threads* d'enregistrement pour garantir la stabilité des flux d'images à haut débit, un travail sur les modules de **prétraitement** (retournement, découpage, débayerisation) et la **sélection des algorithmes** de reconstruction colorimétrique les plus adaptés.

L'ajout d'un **nouveau poste informatique** et une réflexion sur les **évolutions de l'architecture logicielle**

ont également permis d'améliorer la robustesse et la performance de la chaîne d'acquisition.

Afin d'assurer une évaluation performante directement sur site, nous avons déployé un **modèle embarqué** au sein des conteneurs d'inspection. L'équipe a apporté son expertise pour guider la création d'un *dataset* d'entraînement adapté aux spécificités visuelles des véhicules (réflets, teintes métalliques, angles d'éclairage).



Ce dispositif capture jusqu'à **20 000 images en 3 secondes**, permettant une inspection complète du véhicule avec un traitement d'inférence parallélisé et un affichage quasi instantané des zones suspectes sur l'interface opérateur.

Cette étape marque un tournant vers une **inspection "temps réel"**, capable de s'intégrer dans les cadences industrielles sans ralentir le flux de chargement.

Enfin, une passerelle de traitement à la demande a été développée, permettant à l'entreprise de réanalyser des images via son site internet. Cette solution repose sur un **cloud souverain**, garantissant la confidentialité des données et la conformité réglementaire.

Tous les scripts d'inférence ont été optimisés afin de **minimiser les coûts mensuels** d'exploitation, tout en conservant la précision des modèles.

Pour assister les opérateurs en cas de doute sur la localisation d'un défaut, le système génère automatiquement des **cartes de saillance soulignant les zones d'attention**.

Ce projet démontre la faisabilité d'une détection automatisée et fiable en conditions réelles, ouvrant la voie à une généralisation de l'**inspection visuelle assistée par IA dans la logistique automobile**.

Il illustre également la capacité du CATIE à intégrer les technologies de vision par ordinateur et d'Intelligence Artificielle dans des environnements industriels exigeants, conciliant **performance technique** et **rationalisation opérationnelle**.

Optikan.

Conception d'un système d'acquisition térahertz basé sur CPLD et FPGA

72

Optikan développe des solutions de **contrôle qualité non destructif** pour des pièces manufacturées dans divers secteurs industriels grâce à l'utilisation d'ondes térahertz.

Cette technologie permet à la fois la **détection** de défauts internes et la **mesure** de l'épaisseur de revêtements multicouches.

Les **ondes térahertz** présentent l'avantage de pénétrer des matériaux non conducteurs tels que les élastomères, composites, textiles, céramiques, ou bois tout en offrant une **alternative sûre et sans contact** aux techniques traditionnelles de contrôle non destructif (rayons X, ultrasons, infrarouge).

Après avoir conçu la **sonde uSense** [Figure 1] puis le **scanner uSkan** [Figure 2], Optikan souhaite désormais développer une nouvelle solution capable d'acquérir et de transmettre les signaux issus d'une **matrice de 128 radars**.



Figure 1



Figure 2

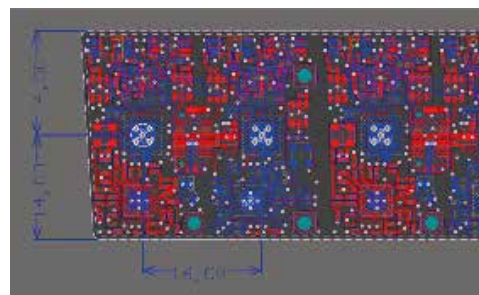
Dans ce cadre, le département *Systèmes Cyber-Physiques* accompagne l'entreprise en étudiant et en proposant une **architecture électronique** répondant à ses besoins :

- **conception** d'une carte d'alimentation spécifique,
- **développement** de 16 cartes de pilotage s'appuyant sur un circuit logique programmable de type **CPLD (Complex Programmable Logic Device)**, elles-mêmes associées à 16 cartes d'acquisition dédiées à 12 radars chacune,
- **mise en place** d'une carte mère intégrant un module **FPGA (Field-Programmable Gate Array)** et une interface Ethernet assurant l'orchestration complète du système.

Les designs CPLD et FPGA, réalisés en **VHDL (Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language)**, garantissent un fonctionnement déterministe.

Les contraintes liées à la transmission de signaux synchrones et haut débit ont été prises en compte afin de préserver l'intégrité des signaux radar.

Les premiers essais, menés au troisième trimestre, se révèlent encourageants.



Carte radar



Module FPGA

Le CATIE poursuit son accompagnement en intégrant un **prétraitement des données** directement dans le FPGA et en développant un **logiciel PC** capable d'afficher en temps réel la reconstruction des images produites par la matrice de radars positionnée au-dessus d'un tapis défilant à 3 mètres par seconde.

Fabrication de biscuits.

L'intelligence des données au service de la qualité des farines

Dans le cadre de sa collaboration avec un fabricant de biscuits, le CATIE a conduit un projet innovant visant à **transformer l'exploitation des données** de qualité farine en un **véritable levier de performance industrielle**. Cette démarche s'inscrit dans une dynamique de valorisation des données existantes et de déploiement d'**outils d'aide à la décision fondés sur l'analyse avancée des données et l'Intelligence Artificielle**.

74

Le CATIE a joué un rôle central dans la structuration et la fiabilisation d'un volume important de données industrielles, couvrant près de **1 000 lots de farine** issus de plusieurs campagnes, fournisseurs, types de farine et sites de production.

Ce travail de fond, intégrant nettoyage, normalisation et harmonisation des données, a permis de constituer un socle *data* robuste, indispensable au développement de **méthodes analytiques et prédictives à forte valeur ajoutée**.

Le CATIE a mobilisé des techniques avancées de *data science*, combinant **analyses statistiques** multivariées, méthodes de **segmentation non supervisées** (regroupement automatique de lots

similaires) et **algorithmes d'apprentissage automatique**.

Cette approche a permis de faire émerger des profils technologiques de farine (*i.e.* des comportements types de farine en production) fondés sur les mesures internes du Mixolab, en lien direct avec les contraintes et performances des lignes industrielles du fabricant.

L'**identification de trois profils distincts** constitue une avancée majeure vers une lecture objective, partagée et directement exploitable de la qualité matière en contexte industriel.

Dans une logique d'innovation opérationnelle, le CATIE a ensuite développé un **modèle prédictif** basé sur des algorithmes d'Intelligence Artificielle de type *Random Forest*.

Ce modèle permet de prédire, avec une **fiabilité proche de 93 %**, comment un nouveau lot de farine va se comporter en production (tenue au pétrissage, stabilité, sensibilité aux réglages) avant même son engagement sur les lignes industrielles.

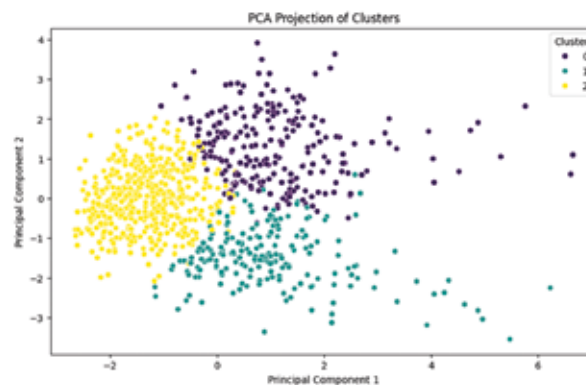
Il s'agit d'un pas concret vers **une approche prédictive du contrôle qualité**, permettant d'anticiper les risques de variabilité ou d'instabilité avant la fabrication, en complément des contrôles classiques

Les échanges continus entre le CATIE et les équipes qualité, R&D et production du fabricant ont été déterminants pour orienter les choix algorithmiques vers des **modèles explicables et interprétables**.

L'analyse de l'importance des variables a ainsi permis d'identifier les paramètres qui influencent le plus la performance industrielle (stabilité, régularité, facilité de mise en œuvre), renforçant la confiance des équipes dans les outils développés.

Le CATIE a par ailleurs conduit une analyse croisée innovante entre les données internes Mixolab et les données Alvéographiques fournies par les meuniers. Cette approche *data-driven* a permis de quantifier objectivement le niveau de cohérence entre les deux systèmes de mesure et d'**identifier leurs complémentarités et limites respectives**. Ces résultats constituent une base factuelle pour faire évoluer les critères de réception fournisseurs et construire, à terme, des **référentiels qualité plus alignés avec la réalité industrielle**.

À travers ce projet, Le CATIE confirme son rôle d'**acteur clé de l'innovation data et IA appliquée à l'agroalimentaire**.



En combinant expertise scientifique, maîtrise des méthodes d'Intelligence Artificielle et compréhension fine des enjeux industriels, le CATIE a accompagné le fabricant dans une **transformation progressive de son pilotage qualité**, ouvrant la voie à son amélioration continue, basée sur des données objectives, partagées et directement exploitables par les équipes industrielles.

Autres projets d'accompagnement.

L'une des missions principales du CATIE est d'aider au développement du territoire en accompagnant la transformation numérique des structures qui le composent.

En 2025, 69% des prestations ont été réalisés en Nouvelle-Aquitaine.



En 2026, innovons ensemble !

Adhésion.



Nous en avons la conviction, c'est en coopérant que nous pourrons participer davantage au rayonnement de la Nouvelle-Aquitaine.

Voici ce que nous vous proposons en 2026.

Intégration dans un réseau régional dynamique

Accès à un annuaire des adhérents pour favoriser les échanges dans ledit réseau

Communication régulière des publications réalisées sur les sites du CATIE

Journée Portes Ouvertes

Invitations aux évènements (séminaires, conférences, ateliers...)

Priorité de contact dans le cadre de montages de projets collaboratifs

Accompagnement technologique personnalisé

Accès à des équipements de pointe



Adhérer au CATIE, c'est participer à une valorisation du territoire, mettre en valeur les travaux des entreprises mais aussi les idées florissantes des structures naissantes.

EN 2026, REJOIGNEZ-NOUS !



Matinale Cluster Aquitaine Robotics.

En mars, le CATIE a eu le plaisir d'accueillir le **Cluster Aquitaine Robotics** dans ses locaux pour une matinale dédiée à l'innovation, à la robotique et au transfert technologique. Cet événement a rassemblé les acteurs de l'écosystème régional autour de projets concrets et de retours d'expérience.

78

Ce fut l'occasion de présenter le CATIE et son rôle dans l'accompagnement de l'innovation numérique, de la recherche appliquée à la maturation technologique et au transfert vers les entreprises.

Plusieurs **cas d'usage concrets** et **témoignages** sont venus illustrer les applications industrielles des technologies électroniques et robotiques développées au CATIE.

Un focus particulier a été consacré à la **plateforme 6TRON**, présentée comme un environnement de développement de solutions professionnelles dans le domaine de l'Internet des Objets Industriel (IIoT).

Cette plateforme permet le maquettage rapide, la conception d'objets optimisés ainsi que la mise en place de leurs moyens d'exploitation, en s'appuyant sur des ressources techniques et un écosystème dédié à l'accompagnement des entreprises dans le développement de produits et services IoT.

La matinale s'est poursuivie par une **visite** des installations du CATIE, offrant aux participants une vision concrète des plateformes technologiques, des compétences mobilisées et des projets menés dans les domaines de l'électronique et de la robotique.

Merci au Cluster Aquitaine Robotics pour l'organisation de cette visite qui contribue au **développement de l'innovation territoriale**.



Du 9 au 11 avril, le CATIE a participé au salon **Laval Virtual**, rendez-vous international de référence dédié aux technologies immersives. Pour cette édition, le CATIE présentait des **solutions numériques innovantes** tout en affirmant une **approche résolument centrée sur l'humain**.

Les visiteurs ont pu découvrir plusieurs démonstrateurs illustrant nos travaux en Réalité Virtuelle, Réalité Augmentée, Interaction Homme-Machine, Intelligence Artificielle et facteurs humains.

Parmi eux, un **simulateur de conduite deux-roues avec alertes sensorielles** (Réalité Augmentée, son, vibrations) permettant d'évaluer le comportement, la performance et l'acceptabilité des dispositifs d'alerte de danger. D'autres démonstrations mettaient en avant des technologies d'interaction tangible, de vidéo-projection spatiale, ainsi que des solutions de monitoring physiologique et cognitif pour analyser le stress, la fatigue ou la surcharge mentale.

L'équipe *Systèmes Centrés sur l'Humain* a également présenté un prototype innovant basé sur l'IA générative, fonctionnant hors ligne, permettant de créer rapidement des environnements virtuels et des modèles 3D directement dans le casque de Réalité Virtuelle.

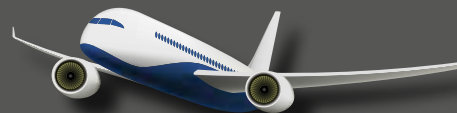
Un temps fort du salon a été la participation de Florian LARRUE à la conférence et à la table ronde

intitulées "**How do immersive simulations accelerate engineering innovation?**", aux côtés de représentants du Renault Group et d'Orange Business. Ces échanges ont permis de mettre en lumière le rôle des simulations immersives dans l'accélération de l'innovation et dans l'ingénierie centrée sur les usages.

Enfin, cette présence a été l'occasion de valoriser les activités de recherche appliquée du CATIE, notamment autour de la formation immersive, du projet **DEFFINUM PHOENIX** dédié aux outils numériques pour la formation en photonique, ainsi que la plateforme **PEAC²H**, consacrée à l'évaluation cognitive et comportementale.

Cette édition du Laval Virtual a donné lieu à de nombreux échanges avec les acteurs du secteur et a confirmé la place du CATIE comme un acteur clé des **technologies immersives, responsables et orientées utilisateurs**.





Le Bourget.

Juin 2025. Le CATIE a participé pour la première fois au **Salon International de l'Aéronautique et de l'Espace du Bourget**, le plus grand rendez-vous mondial dédié aux secteurs aéronautique et spatial.

Cette première participation marque une étape structurante dans l'engagement du CATIE aux côtés des industriels de la filière, confrontés à des enjeux technologiques majeurs : souveraineté technologique, renforcement des chaînes d'approvisionnement et montée en puissance du numérique embarqué, intégration de l'Intelligence Artificielle dans l'aide à la prise de décision...

À cette occasion, le CATIE a mis en lumière son expertise en **systèmes embarqués, Intelligence Artificielle frugale, traitement des données, Interfaces Homme-Machine** pour des environnements critiques, **formation en XR** et **Conception Centrée Utilisateur**.

Autant de compétences clés qui soutiennent et contribuent directement à la transformation des cockpits et à l'évolution des environnements de production aéronautique.

Positionné à l'interface entre la recherche et l'industrie, le CATIE a présenté son approche axée sur le **transfert technologique**, l'intégration de solutions numériques avancées, ainsi que l'**acculturation** et la **montée en compétences des organisations**.

Notre présence a permis d'affirmer le rôle du CATIE comme **facilitateur technologique** et **partenaire de confiance** d'une filière en profonde mutation, où performance, sécurité, souveraineté et durabilité doivent désormais progresser conjointement.

La participation au Salon du Bourget a également favorisé de **nombreux échanges avec les principaux acteurs du secteur**.

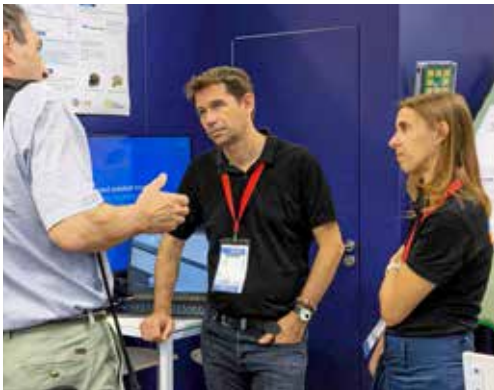
Ces rencontres ont permis d'identifier de **nouvelles opportunités de collaboration** autour de thématiques stratégiques telles que l'IA embarquée et explicable, la maintenance prédictive, l'automatisation des chaînes de production, la simulation avancée et la cyber sécurité des systèmes aéronautiques.

55^e 16-22
JUN
2025

INTERNATIONAL
PARIS AIR SHOW
SALON INTERNATIONAL
DE L'AÉRONAUTIQUE ET DE L'ESPACE

siae.fr

2025



Journées de l'IA.

En 2025, Jean-Noël Barthas, responsable du département *Algorithmes & Données*, a participé à deux évènements régionaux majeurs consacrés à l'**Intelligence Artificielle** et à la **valorisation des données**, contribuant activement aux échanges et aux réflexions autour des **usages numériques** en entreprise et dans les territoires.

Il est tout d'abord intervenu lors de la deuxième édition d'**IA-NA** (Intelligence Artificielle en Nouvelle-Aquitaine) organisée le 3 juin 2025 à La Rochelle, en tant qu'expert en Intelligence Artificielle et en valorisation des données.

À cette occasion, il a apporté un éclairage opérationnel et pragmatique sur la mise en œuvre de projets d'IA, en lien avec le thème de la **confiance dans les usages de l'IA**.

Son intervention a contribué à la démystification des concepts de l'IA, en soulignant le **rôle central des données**, la compréhension des **algorithmes** et l'importance d'une **méthodologie structurée**, tout en rapprochant les enjeux

stratégiques des réalités opérationnelles des entreprises, notamment des PME et ETI régionales.

Il est également intervenu lors des **Rencontres régionales PIGMA 2025**, évènement de référence pour les acteurs publics et techniques engagés dans la **gestion et la valorisation des données géographiques** en Nouvelle-Aquitaine.

Il a mis en perspective les usages avancés des données territoriales, en abordant les enjeux de **qualité**, de **gouvernance** et de **fiabilité des données**.

Son objectif était d'illustrer comment les données géographiques peuvent s'intégrer dans des démarches plus larges de **croisement de données**, d'**aide à la décision** et d'**innovation** publique, tout en soulignant les enjeux de **confiance** et de **responsabilité** associés à leur utilisation.

Journées Inter-Régionales AFCRT.

2025

Le CATIE a participé aux Journées Inter-Régionales de l'**AFCRT**, organisées à la Technopole **ESTER** de Limoges, aux côtés des Centres de Ressources Technologiques (CRT) et des Centres de Développement Technologique (CDT) partenaires à l'échelle nationale.

À cette occasion, Delphine DEPEYRAS, notre Directrice Générale, et Denis-Henri FAGUET, représentant local de notre antenne de Limoges, ont eu l'occasion de présenter le CATIE et certains de ses projets.

Cet évènement a réuni les acteurs du réseau national autour de sessions de rencontres professionnelles, de présentations de projets collaboratifs impliquant les CRT et CDT, ainsi que des visites de sites technologiques. Ces échanges ont permis de renforcer les **synergies inter-régionales**, de **partager les expertises** et d'identifier de nouvelles **opportunités de coopération** au service du développement technologique et de l'innovation responsable sur les territoires.

Les participants ont également été invités à **visiter plusieurs structures** du réseau à Limoges, notamment le CATIE ainsi que CISTEME, CTTC, ALPhANOV et CITRA, contribuant ainsi à la **valorisation des missions et des compétences** portées par ces acteurs.

Ces Journées Inter-Régionales constituent un temps fort pour le CATIE, favorisant la collaboration, la visibilité des savoir-faire et le développement de projets collectifs au sein du réseau AFCRT.

83



Challenges de l'électronique.

En 2025, le **CATIE** s'est associé à **ALPHA-RLH** et **CISTEME** pour organiser la première édition des **Challenges de l'Électronique**, un nouvel évènement fédérateur né de la fusion entre TechTronics Nouvelle-Aquitaine et Les Challenges de l'loT.

84

Cette journée a été pensée pour réunir les acteurs de l'innovation électronique, de l'Internet des Objets, de l'embarqué et de l'Intelligence Artificielle autour d'une thématique à fort enjeu industriel : la **maintenance prédictive**.

Accueilli à l'Institut d'Optique d'Aquitaine de Talence, l'évènement a rassemblé un **large public** de professionnels, d'experts techniques, de chercheurs et de start-up, avec pour ambition de favoriser les échanges entre pairs, le partage de réflexions et l'émergence de nouvelles idées.

La journée a débuté par les interventions de Delphine Depeyras, Nicolas Chevalier et Tarik Laouedj, qui ont posé le cadre et les enjeux de cette première édition.

La matinée a ensuite été rythmée par plusieurs **conférences** et **retours d'expérience** autour de la maintenance prédictive et de ses applications industrielles :

- **Maintenance 4.0** : anticiper et optimiser, avec un panorama des enjeux et des technologies associées
- Comment assurer la maintenance prédictive d'un parc de **machines industrielles**
- Maintenance prédictive et **CVC** (chauffage, ventilation et climatisation) : anticiper, optimiser et sécuriser l'avenir

Ces interventions ont mis en lumière les **bénéfices concrets de la maintenance prédictive**, fondée sur l'analyse de données en temps réel pour anticiper les pannes, optimiser les opérations de maintenance et **renforcer la performance des équipements industriels**.

La matinée s'est poursuivie avec des présentations dédiées à l'**innovation technologique**, notamment autour de la compression extrême et de l'IA légère, avant de donner la parole à plusieurs start-up innovantes soutenues par **Bordeaux Technowest**.



Ces pitches ont illustré le dynamisme de l'écosystème et la diversité des solutions développées dans les domaines de l'IA, de la data, des capteurs intelligents et des technologies optiques.

Après une pause médiane propice aux échanges informels, l'après-midi a été consacrée à de nouvelles présentations et à des **visites des Centres de Ressources Technologiques** du CATIE, de CISTEME et d'ALPhANOV. Ces visites ont permis aux participants de (re)découvrir les locaux, les équipes et les champs d'application des différentes structures, tout en favorisant les **discussions autour de projets et de collaborations potentielles**.

Cette 1^{ère} édition des Challenges de l'Électronique a été unanimement saluée comme un succès collectif, portée par la qualité des interventions, la richesse des échanges et l'engagement de l'ensemble des participants, exposants, intervenants et partenaires. Elle confirme la volonté des organisateurs de **structurer un rendez-vous durable au service de l'innovation électronique et industrielle sur le territoire**.



Nos interventions.



Quelques conférences, tables rondes et webinaires auxquelles le CATIE a pris part en 2025.

Janvier

AI4Industry 2025

Fine Tuning des modèles de langage (LLM)

Les Assises de l'Embarqué

L'IA dans tous ses états : frugale et embarquée, souveraine et de confiance, générative et hybride. Enjeux, opportunités, controverses.

Ma thèse en 180 secondes - finale de l'Université de Bordeaux

Etat cognitif de l'utilisateur adressé par l'intégration de biosignaux dans des systèmes cyber-physiques : apport des dynamiques neuroviscérales et cognitivo-motrices

Avril

Mars

CEA - Rencontres de l'IA Embarquée

Dataquittaine

FAT5 : Comment pré-entraîner de manière efficace un modèle de langage ?

Cybermatinées du monde informatique

Table ronde : Comment appréhender les risques spécifiques aux projets IA ?

Laval Virtual

Table ronde : Comment les simulations immersives accélèrent-elles l'innovation ?

Dihynamic - atelier sur l'IA en milieu industriel

Introduction Intelligence Artificielle
Présentation du projet HydroZest, solution agile pour la maintenance prédictive de barrages hydroélectriques

Juin

Rencontres régionales PIGMA 2025

Table ronde : Données et innovations | Construire une stratégie gagnante pour les territoires

Juillet

EdTech France - webinaire

Développer des EdTech fondées sur l'analyse de leur efficacité sur l'usage et les performances d'apprentissage

Septembre

ACD Nouvelle-Aquitaine - webinaire

Comment les outils d'Intelligence Artificielle peuvent être des opportunités dans la filière chimie et matériaux

Les rencontres ENTER

Innover en santé avec une IA responsable

Rendez-vous de la Filière Batteries

Électrification des usages et impacts environnementaux : face à ce double défi, l'importance du lien Recherche-Industrie

Octobre

Challenges de l'électronique

Maintenance 4.0 : Anticiper & Optimiser. Panorama des enjeux et des technologies

General Electric : accompagnement du CATIE dans la conception d'un système de maintenance prédictive

ESAIM 2025

Why and how to evaluate Trustworthiness in AI?

Dihynamic - Journée IA digne de confiance

Novembre

Forum des adhérents ENTER

2025

87



Nos réseaux sociaux.



CATIE-aq
2687 abonnés



CATIE
26,8k vues



@CATIE_AQ
538 abonnés

Nos sites internet.



Vanilla
By CATIE



6TRON
By CATIE



Peac²h
By CATIE



Vos contacts utiles.

Bordeaux-Talence

contact@catie.fr

Ressources Humaines

emploi@catie.fr

Communication & Marketing

communication@catie.fr



Bidart

bidart@catie.fr



Limoges

limoges@catie.fr



Électronique, systèmes et IA embarqués, cybersécurité, systèmes d'exploitation multi-tâches préemptifs, robotique, ...

scp@catie.fr



Nouvelles technologies pour la formation, communication verbale et non verbale, IHM innovantes, physiologie de l'humain, IA de confiance

sch@catie.fr



Intelligence Artificielle, séries temporelles, traitement du langage naturel, vision par ordinateur, big data, déploiement de modèles

ad@catie.fr



CATIE

Nos expertises se partagent.



CATIE

Bâtiment ENSEIRB-MATMECA
Avenue des Facultés
33400 Talence



Téléphone

+33 5 64 31 01 00

E-mail

contact@catie.fr

Site internet

www.catie.fr

Avec le soutien de



Cofinancé par
l'Union européenne



RÉGION
**Nouvelle-
Aquitaine**