



CATIE

+

Rapport d'activités.

**DU CENTRE AQUITAIN DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION
ET ÉLECTRONIQUES**

2022

CRT



centre de
ressources
technologiques



Crédits photos : Amplitude Systèmes, CATIE, Dihnamic, General Electric Hydro, HoloForge, MCG et Vitirover

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.

Sommaire.

2022

+ Introduction	4	Le mot du président
+ Qui sommes-nous ?	6	Direction
	7	Autres contacts
	8	Conseil d'administration et bureau
	10	La galaxie CATIE
	12	Engagement, missions et rayonnement
+ Nos solutions	14	Contexte et perspectives
	16	Notre réseau
	18	Expertises et compétences croisées
	20	Plateformes d'innovation technologique
	21	Équipements du CATIE
	22	Salle d'expérimentation
	23	Interface Homme-Machine
	24	Écoconception
+ La recherche	26	Thèse CIFRE
	28	Projets de recherche
+ L'accompagnement	38	EDIH Dihnamic
	40	Projets de transfert
+ Événements by CATIE	56	Salons et manifestations
+ Interventions by CATIE	60	Conférences et publications
+ Nous suivre	62	Réseaux sociaux et contacts

3

Le mot du président.

Nicolas BOULAY
Co-président de WorldCast Group



4

L'année 2022 a été marquée par une **nouvelle croissance** pour le CATIE. Notre chiffre d'affaires a atteint 1410k€, soit une amélioration de 10,5 % par rapport à 2021, et notre effectif était de 51 personnes à la fin de l'année. Le résultat de l'année 2022 est également positif et s'élève à 31,5k€.

Ces bons résultats sont le fruit d'une activité soutenue, avec une **augmentation du nombre de projets** et du montant moyen des prestations facturées. Comme par le passé, les structures accompagnées sont principalement des petites et moyennes entreprises (63%) situées en région Nouvelle-Aquitaine (80%).

En 2022, notre **notoriété s'est renforcée** grâce à la réussite de projets ambitieux, une politique de communication très active et notre participation à de nombreux salons et conférences.

Nous recevons de plus en plus de sollicitations directes de la part d'entreprises et sommes régulièrement recommandés par les structures régionales d'accompagnement, qui se rapprochent de plus en plus du CATIE chaque année.

Nos initiatives de **diffusion technologique**, telles que l'offre en open source de nos trois plateformes d'innovation technologique, ainsi que notre contribution croissante à l'animation technologique du territoire avec AI4Industry, les "Challenges de l'IoT" et TechTronics Nouvelle-Aquitaine, contribuent également à accroître notre visibilité.

Dans le domaine des **projets européens**, notre approche stratégique et nos investissements en ressources humaines depuis 2020 commencent à porter leurs fruits. En 2022, nous avons remporté deux projets, déposé de nombreux autres et initié un recrutement supplémentaire.

Afin d'améliorer notre compétitivité pour la "RoboCup 2023" qui se déroulera à Bordeaux, nous avons décidé de ne participer à aucune compétition en 2022.

Cette période de pause a été mise à profit pour **repenser et industrialiser de nombreuses briques** matérielles et logicielles. Cela nous permettra d'être plus performants dans la compétition RoboCup@Home et de capitaliser sur les avancées réalisées en réutilisant ces briques avec les entreprises.

Une croissance régulière

Sur le **plan régional**, le CATIE a été très actif et s'est associé à de nombreuses initiatives. Nous sommes fortement impliqués dans le projet d'EDIH Dihnamic et collaborons avec 10 autres centres techniques régionaux dans des actions collectives visant à améliorer notre efficacité et notre impact auprès des entreprises. Enfin, nous avons rejoint le comité scientifique de NAQTronic.

Au **niveau national**, nous avons continué à contribuer aux actions de la "Filière électronique française" et de We Network, acteur clé de cette filière. Parallèlement, nous avons participé activement à la "Commission Emploi-Formation"

de l'association nationale "Embedded France" et avons intégré son nouveau groupe de travail sur l'écoconception.

Nous avons continué cette année notre expansion en Limousin en recrutant un nouveau salarié, partagé avec le pôle Alpha-RLH et basé dans les locaux de CISTEME à Limoges. De plus, nous avons confirmé notre intérêt pour occuper, à terme, le bâtiment technologique ESTER, prévu pour 2025.

L'activité de **recherche** a été très intense en 2022, avec trois thèses en cours et de nombreux travaux menés en collaboration avec ou pour des laboratoires. Le CATIE a également été partenaire de *consortia* mis en place par le CHU et l'Université de Bordeaux, tous deux remportés.

2022 a été une année bien remplie qui, malgré quelques projets délicats sur un plan financier, s'est terminée avec un résultat légèrement positif. Sur le plan technologique, elle a été remarquable et la confiance accordée au CATIE par l'Europe ou de grands acteurs nationaux et internationaux en est la preuve.

Nous sommes très confiants en l'avenir et 2023 s'annonce sous de bons auspices.

Direction.



Bertrand Castagnet
Directeur Général



Nicolas Philippe
Directeur adjoint



Ludwig Joffroy
Algorithmes & Données



Florian Larrue
Systèmes Centrés sur l'Humain



Sébastien Loty
Systèmes Cyber-Physiques

Autres contacts.



Marie-Laure Sené
Administratif & Finances



Christine Jaureguiberry
Marketing & Communication



Nathalie Eyraud
Ressources Humaines



Anne Huguet
Développement commercial



Charles Garnier
Projets européens



Julie Lai-Pei
Représentation N-Aquitaine

Conseil d'administration et bureau.



Notre Assemblée Générale Ordinaire Annuelle s'est tenue le 30 juin 2022. Ce fut l'occasion de faire le **bilan** de l'année 2021 mais également de mettre en **perspective** les prochaines années.

De nouveaux membres entrent ou sont réélus au Conseil d'Administration.

Merci à tous les participants ayant fait le déplacement et avec qui nous avons eu le plaisir d'échanger.

Année après année, le CATIE grandit et progresse dans ses missions et c'est toujours un immense plaisir d'évoluer avec vous.



NICOLAS BOULAY
Président



NADINE COUTURE
Vice-présidente



MATTHIEU LÉPINE
Trésorier



CÉLESTIN SEDOGBO
Secrétaire général

PME et ETI

eDevice

Richard Deschamps

Groupe IDAIA

Stéphane Liénére

I2S

Christophe Lacroix

Immersion

Matthieu Lépine *

Proditec

Christophe Riboulet

Systemel

Bruno Lescalier

WorldCast Group

Nicolas Boulay *

ESR ou équivalent

Bordeaux INP

Valérie Vigneras

ESTIA

Nadine Couture *

INRIA

Nicolas Roussel

Université de Pau - Adour

Philippe Poncet

Université de la Rochelle

Yacine Ghamri-Doudane

* *membres du Bureau*

Autres entreprises

La Banque postale

Stéphane Pierrard

Thales

Célestin Sedogbo *

Institutionnels

Région Nouvelle-Aquitaine

Mathieu Hazouard

8 ans

d'existence

51 collaborateurs

Majoritairement ingénieurs et docteurs
(industrie et monde académique)

65 adhérents

répartis en 4 collèges

3 plateformes

6TRON pour l'IoT, PEAC²H pour l'évaluation cognitive et
comportementale, VANILLA pour l'IA

La galaxie CATIE.

77 projets

de recherche et de transfert en 2022

79% de prestations

en région Nouvelle-Aquitaine

63% des projets

d'accompagnement auprès des PME et ETI

7 projets collaboratifs

de recherche

84% de satisfaction

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

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.

12

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 et à adopter des technologies novatrices, acquérir de nouvelles

connaissances, avoir accès 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**.

Écoconception

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 responsables avec pour objectif de **réduire leur impact environnemental**.

Contexte et perspectives.

Selon une étude d'un cabinet national, un centre technique atteindrait sa maturité après 7 années : ce serait donc le cas du CATIE en 2022 !

C'est certes un peu réducteur car, comme les personnes, les entreprises grandissent par étape. Mais si on parle de plateau, cette maturité des 7 ans est bien réelle et s'applique assez bien à l'évolution du CATIE. Ceci peut s'apprécier de diverses manières, mais il signifie surtout que les fondations nécessaires à la réalisation de **nouvelles ambitions** sont en place et que nous pouvons nous appuyer dessus.

Nous pouvons tout d'abord compter sur la **dynamique de nos technologies**. Le numérique est au cœur de la recherche et nombreux sont les travaux porteurs d'innovation pour les entreprises. Notre travail de relais, en charge de la maturation et du transfert, est non seulement indispensable mais également immense. Le CATIE doit continuer à se développer en taille et en efficacité pour mieux y répondre.

La **bonne intégration aux réseaux** sera une partie de la solution à cette recherche d'efficacité. Nous devons nous appuyer sur les réseaux de recherche, en collaborant avec les laboratoires et les autres CRT régionaux, nationaux et internationaux, pour

sélectionner et codévelopper les technologies les plus porteuses. Grâce à la coopération avec les réseaux régionaux d'accompagnement des entreprises, tels que les pôles, les clusters et les incubateurs, nous améliorerons notre **couverture du territoire** et les opportunités de projets de transfert technologique. Enfin, la bonne articulation avec les plateformes telles que **PROPULS, NAQtronic** et surtout **Dihynamic**, dans laquelle le CATIE est fortement investi, sera favorable à une meilleure réalisation de notre mission. Nous devons aussi travailler avec tous ces réseaux pour **aider à la montée en compétence** des entreprises dans nos domaines, mais aussi pour **améliorer l'attractivité de nos métiers** auprès des jeunes.

Notre stratégie, qui a très peu varié depuis notre création, constitue également un élément sur lequel nous devons continuer de bâtir. Si la **recherche appliquée** peut être réalisée en silo, notre pluridisciplinarité prend tout son sens lorsqu'il s'agit de répondre de manière optimale aux problématiques spécifiques et concrètes des entreprises lors des **projets de transfert**. Aucun autre CRT ne traite en symbiose les systèmes embarqués, les data sciences et les Facteurs Humains. C'est une force pour adresser efficacement la transformation



numérique et le CATIE doit développer encore davantage cette spécificité. Cela vaut tant pour la recherche, afin de relever les défis complexes situés à **l'intersection de ces compétences** (tels que "l'IA de confiance", "l'IA embarquée" et "l'Humain Augmenté"), que pour le transfert, où toutes ces technologies doivent se combiner dans le seul but de servir l'Humain.

Avec la croissance et le besoin de la financer, le risque est grand de perdre de vue notre mission et le sens de notre action qui cimentent la cohésion de nos équipes. Il faudra rester vigilant et toujours veiller à ce que nos décisions et nos orientations servent bien notre mission : **la réussite des entreprises.**

Fin 2023, après 10 années passés au CATIE (une à l'imaginer et neuf à le construire), j'atteindrai le dernier plateau de maturité professionnelle, celui qui donne droit à avoir du temps pour soi. J'ai pris un grand plaisir à diriger l'association et me suis attaché à la faire grandir chaque année un peu plus,

dans le respect de la mission que les fondateurs ont définie.

Ce n'est qu'une étape. **Ce qui reste à construire est considérable, mais le potentiel du CATIE l'est tout autant.** Je souhaite à mon successeur le même plaisir que celui que j'ai éprouvé. Il faudra du courage, de la ténacité et de la clairvoyance dans les décisions difficiles, mais il y a aussi l'opportunité d'écrire, en s'appuyant sur les formidables ressources techniques et humaines de l'association, de très beaux chapitres de l'histoire du CATIE et du transfert technologique régional.

15

Bertrand CASTAGNET
Directeur Général



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).

16

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

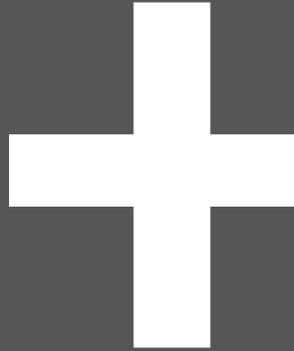


RÉGION
Nouvelle-Aquitaine



Aeneas





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"
- et les diffusion du savoir, transfert de technologies, conseil et expertise pour les acteurs du territoire dans une stratégie de cyber résilience

Horizon Europe

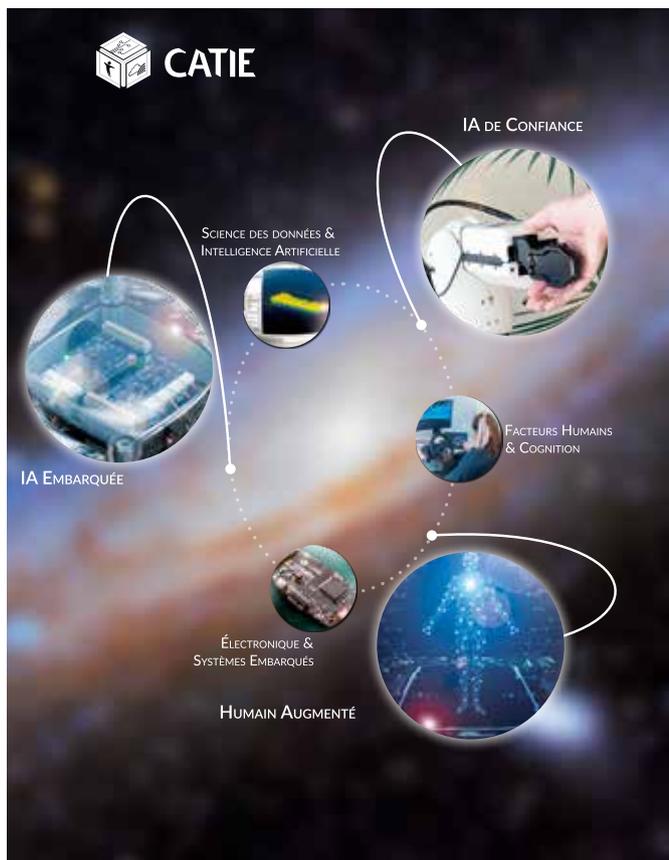
Le programme Horizon Europe (précédemment H2020) est le programme cadre de la Commission européenne pour la recherche et l'innovation sur la période 2021-2027. Il vise à promouvoir l'excellence scientifique, à renforcer la compétitivité de l'Europe et soutient des activités de recherche et d'innovation dans tous les domaines scientifiques et technologiques.

Afin de développer sa *roadmap* de recherche et d'innovation, le CATIE répond avec ses partenaires européens mais aussi régionaux aux appels à projets de ce programme, notamment sur le Cluster 4 - Numérique, industrie et espace.

2022 a notamment été marquée par le lancement du projet HAIKU et par le montage du projet PEER qui démarrera en 2023 pour 4 ans. Ainsi le CATIE collabore-t-il étroitement avec des laboratoires, universités et CRT européens tels que Vrije Universiteit Brussel (BE), Ines Tec (PT), Eurecat (ES), Technische Universiteit Eindhoven (NL), DFKI (DE), CERTH (GE), Universitat Politècnica de València (ES) et bien d'autres...

Expertises et compétences croisées.

Fort de son expertise 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 se caractérise par sa robustesse (capacité à fournir des résultats fiables quelles que soient les données d'entrée), sa transparence (possibilité de comprendre quelles données sont utilisées et pourquoi), son explicabilité, son interprétabilité et sa compréhensibilité en fonction 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 de 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 et la fiabilité de nos solutions, et de les **transférer** ensuite à nos partenaires et à l'industrie.

Plateformes d'innovation technologique.

La plateforme **6TRON** a pour objectif d'encourager et accompagner les entreprises dans le développement de leurs propres solutions électroniques pour l'Internet des objets.

20

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.



<https://6tron.io/>

PEAC²H est un service en ligne mis gratuitement à disposition des PME et ETI. Il leur donne accès rapidement et en toute autonomie à des ressources et compétences sur les Facteurs Humains pour la conception de leur système numérique.

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.



<https://Peac²h.io/>

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.



<https://Vaniila.ai/>

Équipements au 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, un bras cobot et le logiciel de simulation Ansys SiWave, qui couvrent tous les aspects de l'embarqué.

Notre **enceinte climatique** permet en outre de tester l'électronique de nos cartes 6TRON et de garantir qu'elles ne soient pas affectées par les variations environnementales.



Nous proposons à la location un accès à un **serveur** disposant de 2 CPU Intel Xeon Gold 6132 (56 threads), 10 GPU Tesla T4 16GB et 188 To de RAM pour entraîner des modèles de *deep learning* ou plus généralement pour fournir des capacités de traitement plus puissantes afin de répondre aux exigences croissantes 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.

EPOCK est un **robot** qui repose sur un ensemble de briques technologiques développées à travers nos trois départements. C'est un démonstrateur idéal de la complémentarité des expertises du CATIE lors des compétitions internationales de robotique, notamment dans la catégorie RoboCup@Home.

Les résultats obtenus grâce à EPOCK confirment la fiabilité et l'efficacité de nos solutions technologiques.



Salle d'expérimentation.

La salle d'expérimentation regroupe un ensemble de technologies à la pointe de l'innovation, mises à la disposition des entreprises pour **tester et prototyper** leurs applications, ainsi que pour mener des expérimentations. Le CATIE propose également d'évaluer quelle technologie est adaptée pour quel usage.

22

Parmi les technologies proposées, on peut citer la *motion capture*, qui utilise des caméras placées aux quatre coins de la salle pour analyser les mouvements de l'utilisateur, ainsi que les *eye trackers*, des systèmes permettant la mesure du positionnement des yeux.

Le CATIE met également à disposition des technologies conçues pour la mesure et l'analyse de données physiologiques, telles que le *HRV scanner* (qui traite des données cardiaques afin de fournir des données exhaustives sur la variabilité du rythme cardiaque) et le *ShimmerSensing* (qui permet une capture de données biophysiques et cinématiques en temps réel).

Des casques de Réalité Virtuelle, Mixte et autres systèmes de projection 3D sont également disponibles pour les entreprises qui souhaitent les tester.

Ces technologies sont souvent difficiles d'accès pour les entreprises qui ne connaissent pas toujours leur utilité et leur fonctionnement. La salle d'expérimentation du CATIE est donc accessible aux entreprises qui souhaitent effectuer les tests requis par la **Conception Centrée Utilisateur**, de manière autonome ou avec l'accompagnement d'experts.

En 2022, le CATIE a effectué une vingtaine de démonstrations de ses travaux et des outils disponibles dans cette salle. Dans le cadre du projet européen **SUaaVE**, des expérimentations sur la conduite de véhicules autonomes ont été menées, impliquant l'utilisation d'un grand écran incurvé, d'un volant et de pédales, ainsi que de l'oculométrie.





Interface Homme-Machine.

Projection spatiale & interfaces tangibles

2022

Dans le cadre de la recherche de nouvelles **Interactions Homme-Machine** (IHM), le CATIE a développé un système de Réalité Augmentée spatiale.

Ce démonstrateur est composé d'un projecteur et d'une caméra placés au-dessus d'une table, créant ainsi du contenu virtuel sur celle-ci. L'utilisateur peut interagir avec l'interface de manière tangible en utilisant un pion qu'il peut déplacer sur la table pour sélectionner les informations projetées.

Applications existantes

Une carte électronique, conçue par l'équipe Systèmes Cyber-Physiques du CATIE, est détectée par la caméra du système. De multiples informations sont alors affichées autour de la carte. L'utilisateur peut découvrir ces informations en manipulant le pion également détecté par la caméra.

Utilisation du Z_Motion, également conçu par l'équipe Systèmes Cyber-Physiques du CATIE, puisque le Z_Motion possède un accéléromètre connecté en Bluetooth.

Il envoie des données angulaires qui permettent de contrôler l'interface radiale projetée.

Avantages

- Participer à la communication en présentant les compétences du CATIE.
- Montrer les compétences techniques de l'équipe Systèmes Centrés sur l'Humain.
- Développer des technologies émergentes permettant aux entreprises de les tester et d'évaluer leurs avantages et inconvénients.
- Accompagner les entreprises sur ces sujets innovants en prenant en compte les contraintes de développement informatique, les contraintes d'environnement d'usage et les caractéristiques de l'utilisateur.

23

Ce démonstrateur sera installé sur nos implantations de Talence, Bidart et Limoges.

De plus, sa transportabilité permettra au CATIE de le présenter lors de salons professionnels.

Vers une électronique plus responsable.

24

L'écoconception est une approche visant à intégrer des **considérations environnementales** tout au long du processus de conception d'un produit, en minimisant son impact tout en préservant ses performances et sa fonctionnalité. Dans le domaine de l'électronique, l'écoconception se concentre notamment sur la réduction de l'empreinte écologique grâce à une consommation d'énergie réduite, l'utilisation de matériaux recyclables, la facilité de recyclage, ainsi que la diminution des substances toxiques.

Le CATIE a collaboré avec **Ecolotronic** pour adopter une approche de conception responsable qui repose sur trois piliers majeurs : l'environnement 6TRON, une méthodologie de mesure de l'impact environnemental et la mise à disposition d'éléments clés.

Plus qu'une plateforme d'innovation technologique, 6TRON est un état d'esprit qui valorise la réutilisation. D'ordinaire, lors de la conception d'une

carte électronique, les composants clés doivent être évalués et validés par l'intermédiaire d'essais réalisés bien souvent sur des cartes d'évaluation de ces mêmes composants. Une fois ces expérimentations menées, celles-ci n'ont plus d'utilité et finissent dans un tiroir ou sont jetées. La philosophie 6TRON offre une alternative en permettant le test des composants en situation réelle tout en autorisant leur réutilisation lors de futures conceptions. Cette approche permet de réduire l'impact environnemental pendant le processus de conception en diminuant la quantité de déchets générés.

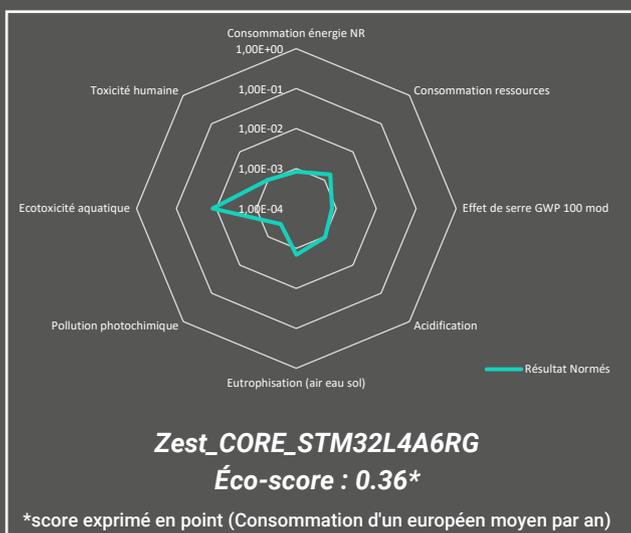
Parallèlement, nous avons développé un écoscore pour nos cartes électroniques afin de mesurer leur impact environnemental et compléter ce cercle vertueux. Nous avons rendu cette méthodologie accessible à tous les membres volontaires de l'écosystème 6TRON afin qu'ils puissent apprécier, comme nous, l'impact des choix de conception sur l'environnement.

Complètement intégrée à 6TRON, notre démarche de réduction de l'empreinte écologique lors du maquettage est complétée d'une méthodologie privilégiant le circuit court pour les phases d'intégration et de production.

Le porteur de projet, en choisissant la plateforme 6TRON pour développer son objet électronique, bénéficiera de la pleine propriété d'une conception utilisant composants et fournisseurs locaux, mais aussi d'un accès à un écosystème régional de professionnels de l'électronique.



Pourquoi l'écoconception ?



Responsabilité du CATIE : démontrer notre engagement envers la durabilité et la responsabilité environnementale

Empreinte environnementale : réduire la consommation d'énergie, l'utilisation de matériaux renouvelables et non toxiques, la production de déchets électroniques

Exigences réglementaires : nous positionner en tant qu'acteur responsable et respectueux des normes, garantissant la conformité et capable de répondre aux réglementations environnementales en vigueur et même d'aller au-delà

Attentes des structures : répondre aux entreprises qui sont de plus en plus conscientes de l'importance de l'environnement et recherchent comment concevoir produits électroniques durables et respectueux de la planète

Thèse CIFRE.

2022

Optimiser les apprentissages dans un environnement numérique en fonction du niveau d'expertise des apprenants, de leur curiosité épistémique et du mode d'instruction.

En réponse à l'intérêt croissant pour les technologies immersives, telles que la Réalité Virtuelle et Augmentée, dans le domaine de l'éducation ces dernières années, cette thèse vise à comprendre leurs effets sur l'apprentissage et les facteurs cognitifs sous-jacents des apprenants.

26

La première année de thèse s'est concentrée sur la réalisation d'une revue systématique de la littérature sur le sujet [1], soulignant à la fois les avantages et les limites de ces technologies dans l'apprentissage.

Les résultats de la revue sont contrastés.

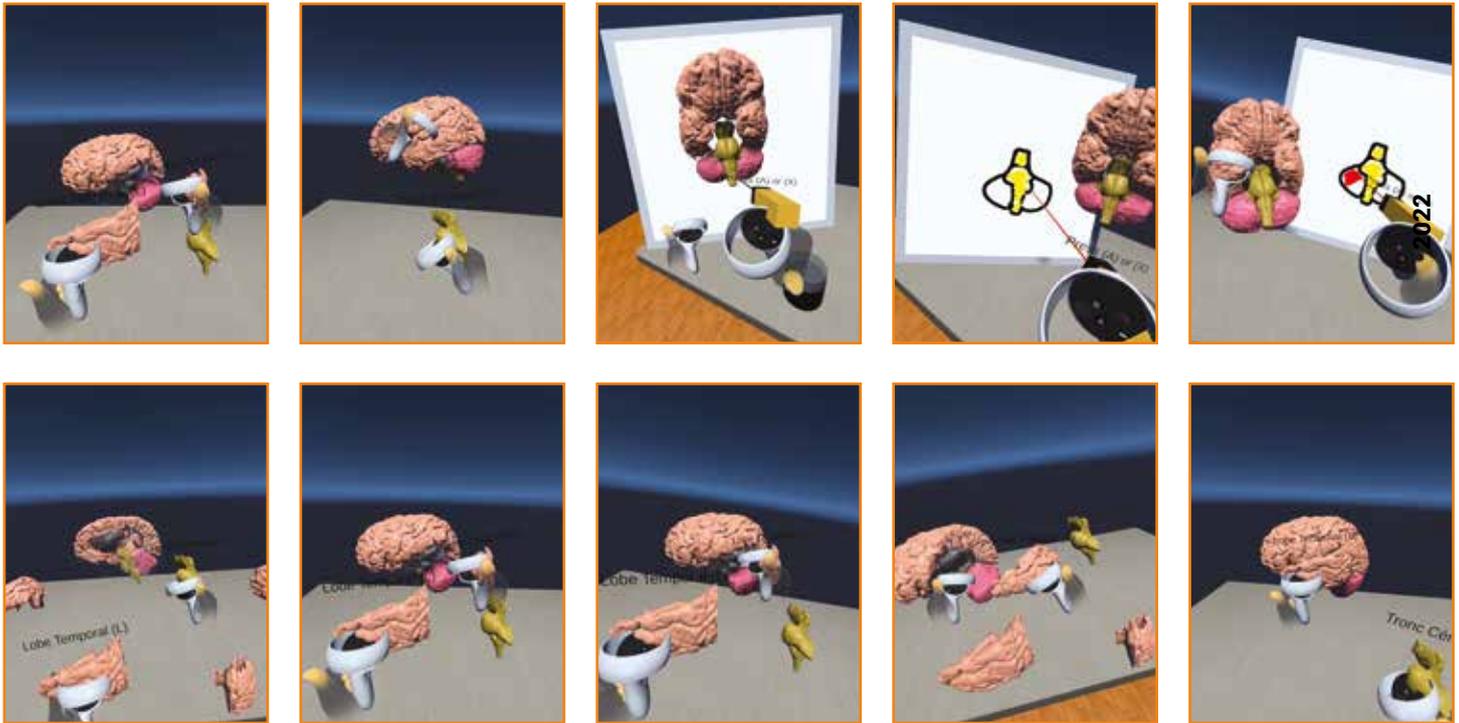
Par exemple, la Réalité Augmentée tendrait à réduire la charge cognitive des apprenants, conduisant ainsi à de meilleurs résultats d'apprentissage. En revanche, la Réalité Virtuelle pourrait entraîner une surcharge cognitive, limitant ainsi les gains d'apprentissage, malgré l'attrait qu'elle suscite chez les étudiants.

Mais le peu d'études scientifiques ne permet pas de conclure concrètement, notamment sur la motivation des utilisateurs à s'engager dans l'activité d'apprentissage et à comprendre le contenu enseigné, en fonction de la technologie utilisée.

Pour répondre à ces questions, des expérimentations sur l'apprentissage de la neuroanatomie sont actuellement en cours de développement, en collaboration avec les facultés de médecine de Bordeaux et Montpellier.

Dans ces expérimentations (en cours de définition), **un enseignement classique sera comparé à un dispositif de Réalité Augmentée** pour guider l'apprentissage des étudiants, ainsi qu'une application de Réalité Virtuelle, permettant d'interagir avec les représentations 3D du contenu.

En faisant varier les consignes (exposition ou exploration du contenu) et l'expertise des apprenants, nous espérons mieux comprendre les avantages et les limites de ces technologies, en terme de performances d'apprentissage, d'usage et d'acceptabilité.



27

[1] Poupard M., Sauz on H., André T., & Larrue F. (2023, February 14). A systematic review of immersive technologies for education: effects of cognitive load and curiosity state on learning performance. <https://doi.org/10.35542/osf.io/q7tup>



Diplômé d'une licence Mathématiques Informatique Appliquées aux Sciences Humaines et Sociales, et d'un Master Sciences Cognitives, Matisse Poupard est venu renforcer l'équipe Systèmes Centrés sur l'Humain sur la thématique Facteurs Humains, apprentissages et nouvelles technologies.

Il est en thèse CIFRE au CATIE, en collaboration avec le Centre Inria de l'Université de Bordeaux et le laboratoire Epsilon de l'Université Paul Valéry de Montpellier 3.

HydroZest.

Bilan de fin de projet

General Electric Hydro France souhaitait développer une solution de maintenance prédictive pour les vannes principales (MIV) de barrages hydroélectriques. Dans le cadre du projet européen **DigiFed**, General Electric a lancé un *Digital Challenge* pour concevoir une solution industrielle répondant à cette problématique.

28

Pour y parvenir, le CATIE s'est associé à **AGUILA Technologies**, autre entreprise de l'écosystème néo-aquitain, afin de proposer une solution IoT industrielle générique et évolutive, appelée HydroZest. Dans le cadre du projet, General Electric Hydro France a fourni des ressources pour mettre en œuvre la solution technologique, assurer son suivi et son déploiement, et apporter son expertise du domaine de l'hydroélectricité.

Le projet HydroZest avait pour objectif de concevoir un système embarqué multi-nœuds et multi-capteurs, équipé des modèles d'**Intelligence Artificielle** nécessaires à la détection d'anomalies lors de l'ouverture/fermeture des vannes.

Le CATIE était responsable des travaux liés à la preuve de concept de ce système, qui a été conçu pour détecter le mode de fonctionnement de la MIV et son état parmi un ensemble de pannes décrites par les experts de General Electric, afin d'**anticiper les maintenances**.

Le prototype fonctionnel développé par le CATIE grâce à sa plateforme 6TRON a rapidement permis de collecter et d'enregistrer les données nécessaires pour pouvoir entraîner les modèles d'IA et extraire des informations provenant de capteurs numériques et analogiques. Ce prototype a d'ailleurs permis d'identifier des anomalies sur un site « test », telles que l'ouverture incomplète d'une vanne ou un problème de viscosité d'huile d'un actionneur.

Une fois les verrous technologiques levés et grâce au prototype fonctionnel du CATIE, AGUILA Technologies a pu travailler sur l'industrialisation de celui-ci en réutilisant les mêmes composants et le même logiciel, ce qui a permis de minimiser les efforts et les risques.

Le prototype industriel sera déployé en 2023 sur de nouveaux sites pilotes afin de continuer à faire **évoluer la solution** et à adresser de nouveaux cas d'application.

La solution HydroZest, créée par le CATIE et AGUILA Technologies, a montré des résultats prometteurs et un potentiel pour être mise en œuvre sur de nouveaux sites pilotes ainsi que pour de nouveaux cas d'applications.

Et demain ?

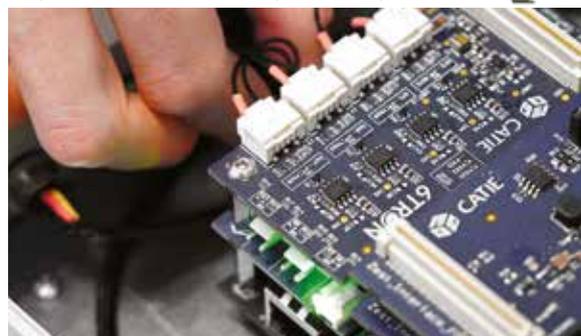
Des travaux supplémentaires seront menés en 2023 pour poursuivre le développement de la solution.



Ce projet a été financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne, dans le cadre de la convention de subvention n° 761708.



Pump Turbine and Main Inlet Valve, Picture courtesy of GE Renewable Hydro



CO2Team et HAIKU.

30 Le département Systèmes Centrés sur l'Humain (SCH) du CATIE a participé au projet européen **Co2Team** (*Cognitive Collaboration to Teaming*), visant à tester des solutions d'Intelligence Artificielle pour aider les pilotes de ligne.

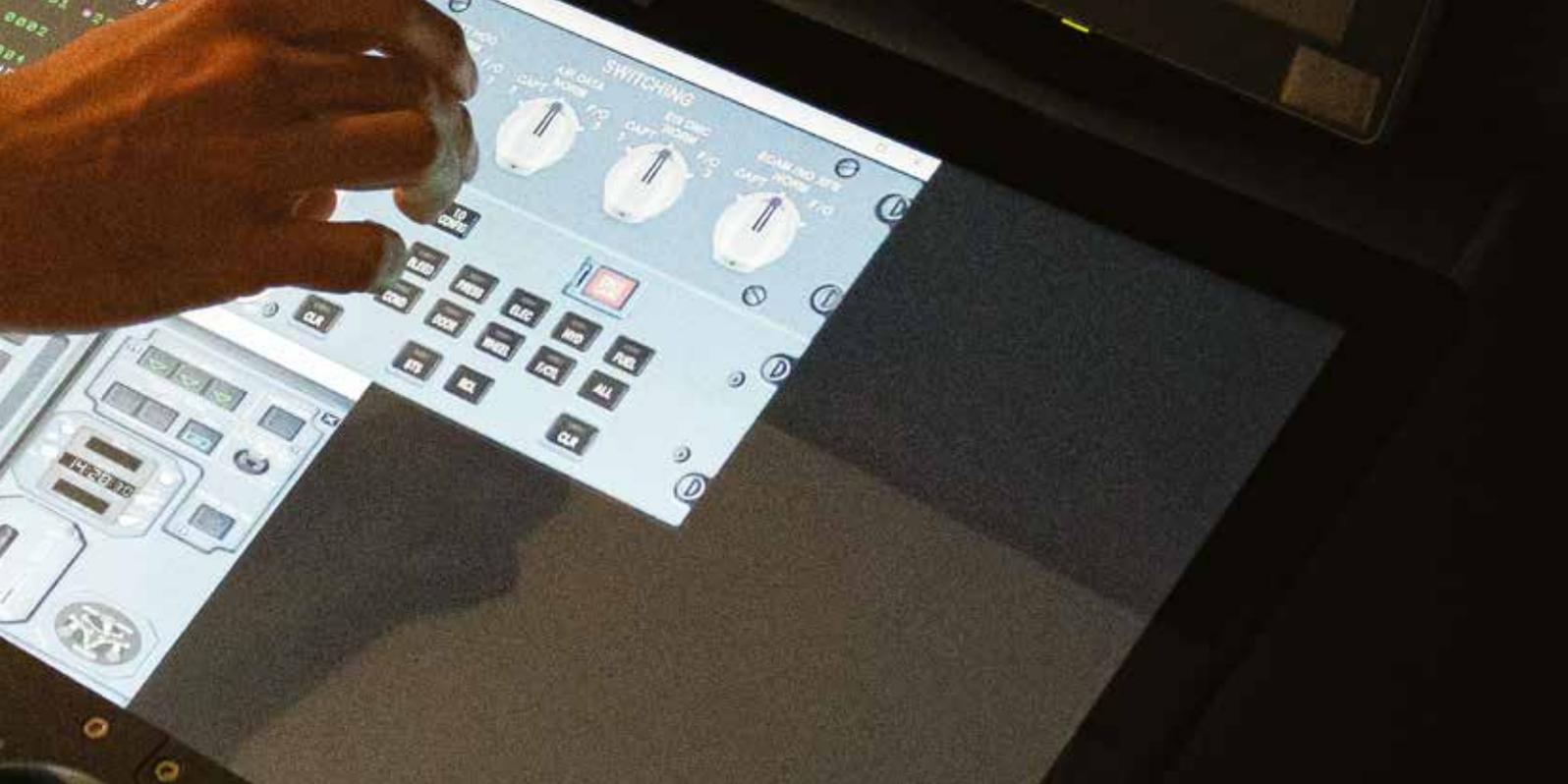
Une étude approfondie de la littérature a identifié les Facteurs Humains nécessaires pour former une équipe Humain-IA efficace dans ce contexte, ainsi que les modalités de communication adaptées à l'environnement des pilotes.

Dans le cadre d'une **approche centrée sur l'utilisateur**, des questionnaires et des entretiens ont été menés auprès des pilotes pour adapter les interfaces à leurs besoins et contraintes, et sélectionner les modalités de communication adaptées.

Pour valider leur travail, une expérience a été menée sur un simulateur d'A320 avec la participation de 22 pilotes de ligne.

Trois niveaux d'assistance d'IA ont été testés en magicien d'Oz : assistance à la demande (de type systèmes d'assistance vocale), assistant proactif et assistant proactif et explicable.

Les résultats ont montré que l'assistance proactive était un facteur décisif pour les pilotes, et que l'explicabilité de l'IA permettait une meilleure compréhension et conscience de la situation sans avoir un impact majeur sur l'issue du scénario de vol. Les pilotes ont accordé leur confiance à l'IA, considérant que tout système mis à disposition dans un cockpit bénéficie d'une fiabilité



équivalente aux systèmes avioniques. La participation active des pilotes de ligne tout au long du projet a contribué à améliorer l'acceptabilité de la solution.

Les résultats ont été présentés au conseil consultatif du projet, composé de Thales, Airbus et Dassault, et ont permis d'établir des lignes directrices pour la mise en place d'une équipe Humain-IA pour aider efficacement les pilotes de ligne.

Et demain ?

Dans la continuité de ce projet, l'équipe SCH a démarré le projet **EU HAIKU** (*Human-AI Teaming Knowledge and Understanding for Aviation Safety*) en collaboration avec 18 partenaires européens.

L'objectif est de faire passer la solution d'IA collaborative d'un niveau de maturité technologique **TRL 3** à **TRL 5-6** pour garantir la sécurité de l'aviation grâce à une meilleure connaissance et compréhension de la collaboration entre l'Homme et l'IA.



CO2Team a reçu un financement de Clean Sky 2 dans le cadre du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne, au titre de la convention de subvention n° 831891.

HAIKU a été financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon Europe de l'Union européenne, HORIZON-CL5-2021-D6-01-13 dans le cadre de la convention de subvention n° 101075332.

SUaaVE.

Bilan de fin de projet

Le département Systèmes Centrés sur l'Humain (SCH) du CATIE a joué un rôle clé dans le projet européen **SUaaVE** (SUpporting acceptance of automated VEHICLE), en concevant une IHM multi-modale et intelligente pour les conducteurs de véhicules autonomes, permettant d'optimiser leur conscience de situation et leur reprise en main efficace en conduite autonome et manuelle.

Le CATIE a collaboré avec neuf autres partenaires sur plusieurs *work packages* et a dirigé le WP4, qui consistait à développer une plateforme V-HCD (Virtual Human Center Design) pour les expériences immersives de CAV (Conduite Autonome de Véhicules).

Cette version émulée d'une voiture automatisée adaptée aux *scenarii* de conduite SUaaVE et aux cas d'utilisation, a permis d'investiguer sur l'acceptation, les sentiments et/ou les émotions des utilisateurs face à ce type de conduite automatisée.

Le CATIE a conçu une deuxième version de la plateforme V-HCD, intégrant les modules des autres WP (module confort ou module éthique par exemple) pour effectuer des tests utilisateurs et soutenir leurs développements à différentes



Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation **Horizon 2020** de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention n° 814999.

étapes. Notre équipe a ensuite assuré la conception et le développement du démonstrateur final SUaaVE nommé ALFRED "*Automation Level Four + Reliable Empathic Driver*".

Deux campagnes expérimentales ont été menées en concertation avec le Centre de Recherche de Fiat Italie sur la captation des émotions et l'activité cognitive des conducteurs ainsi que l'intégration de celles-ci comme variables d'adaptation d'une interface intelligente en situation de conduite de véhicule autonome. Ces expériences visaient également à étudier l'acceptabilité de telles interfaces par des publics variés (âge, genre, expérience de conduite).

Les principaux résultats présentés lors du meeting de fin projet ayant eu lieu à Valence en octobre 2022 ont été les suivants :

- Un nouveau **paradigme de l'automatisation**, ALFRED, a permis d'améliorer le processus de prise de décision du véhicule autonome (VA) avec des émotions humaines avec :
(a) une Unité d'Empathie pour comprendre les aspects émotionnels et l'état cognitif du passager
(b) un état adaptatif, cognitif et éthique inter-



prété par une interface émotionnelle proposant un ensemble de services (dynamique du véhicule, confort ambiant et postural) pour profiter de la conduite et améliorer l'UX.

- Une **plate-forme immersive de Conception Virtuelle Centrée sur l'Humain** (V-HCD), permettant la simulation d'un VA centré sur l'humain, a été développée en prenant en compte les facteurs d'évaluation de leur acceptation et d'accélération de leur déploiement sur le marché.
- Le projet a permis de développer un **ensemble de lignes directrices** pour soutenir les autorités publiques dans l'accompagnement au changement, et l'industrie automobile dans ses démarches de R&D centrées sur l'Humain dans le développement futur des véhicules autonomes de niveau 4 et 5.

Et demain ?

Dans la continuité de SUaaVE, l'équipe SCH a lancé le projet **Secu2R** en collaboration avec l'ONISR, la société Caylar et le laboratoire bordelais PAS-SAGES.

Ce projet vise à **améliorer la sécurité des usagers de deux-roues**, qu'ils soient motorisés ou non, en milieu urbain et péri-urbain, en utilisant des informations de géolocalisation et de spatialisation fournies par des dispositifs multisensoriels (haptiques, vibro-tactiles, sonores et visuels).

L'équipe SCH s'appuie sur l'expérience acquise lors du projet SUaaVE pour concevoir des **simulateurs immersifs** reproduisant des situations et des trajets spécifiques, ainsi que pour utiliser des outils de captation de mesures physiologiques et cognitives dans ces situations.

IoT-NGIN.

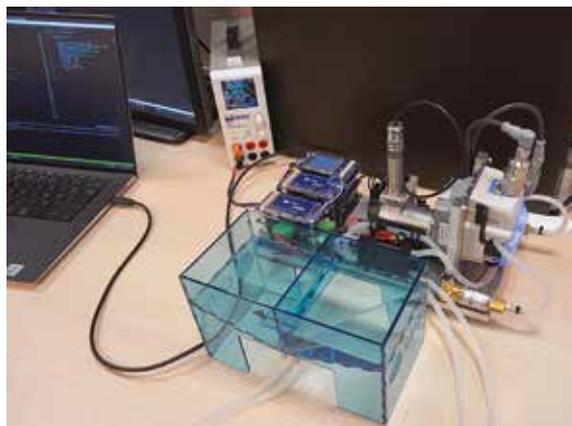
L'Internet des Objets (IoT) est considéré comme l'un des grands concepts qui pourraient transformer la société et stimuler la croissance économique. Pour saisir cette opportunité, le projet **IoT-NGIN**, financé par l'Union européenne, introduit de nouveaux concepts de recherche et d'innovation dans le but de devenir le "moteur" qui alimentera la prochaine génération de l'IoT. Pour ce faire, IoT-NGIN a défini une méta-architecture basée sur des modèles et a optimisé les communications IoT/*machine-to-machine* et 5G/*machine-cloud-machine* en étendant le paradigme *edge-cloud*.

Pour développer la communauté IoT-NGIN, deux appels à participation (#OC1 et #OC2) ont été lancés. Le premier appel à participation a permis aux fabricants d'objets connectés, de logiciels embarqués et de solutions à base de FPGA d'ouvrir leur solution et de l'adapter à la méta-architecture IoT-NGIN. C'est dans ce cadre que le CATIE a été retenu pour sa solution DEEP IIoT dont le sous-projet dure 18 mois.

DEEP IIoT (*DEvelopment Environment of Professional solutions in the field of Industrial Internet of Things*) est un starter-kit 6TRON fournissant des cartes ZEST réutilisables et des blocs logiciels

permettant la réalisation de capteurs communicants en NB-IoT ou LTE-M, sécurisés et exécutant des algorithmes de *machine learning* embarqués.

Le **starter-kit** a été mis en œuvre sur un banc de test développé dans le cadre du projet et composé d'une pompe péristaltique transférant de l'eau entre deux bacs. Le banc est instrumenté avec une sonde de température, une mesure de courant consommé par le moteur et deux capteurs de vibration industriels ; l'ensemble des capteurs étant relié au starter-kit. Deux électrovannes, simulant des occlusions en entrée ou en sortie de la pompe, sont pilotées pour créer différentes pannes. Le starter-kit et son eML permettent alors de détecter les différents états du système et de s'assurer qu'il communique de façon sécurisée vers la plateforme IoT.



Banc de test

La dernière phase du projet consiste à fournir le starter-kit DEEP IIoT aux membres du projet. Celui-ci servira de base aux entreprises et laboratoires partenaires pour adresser leurs cas d'usage.

Le CATIE assurera alors le support lors de la mise en œuvre de ces starter-kits. Le starter-kit est de plus disponible aux membres de 6TRON et, comme l'ensemble de la plateforme 6TRON, open source, open hardware et documenté sur son site.

En bref

- Trois **algorithmes** eML ont été mis en œuvre : One-Class SVM, LightGBM et réseau de neurones utilisant le framework TensorFlow.
- La cible d'exécution matérielle est un **micro-contrôleur** de STMicroelectronics très performant à base de Arm Cortex-M7.
- Un élément sécurisé de STMicroelectronics est en charge de la sauvegarde inviolable des clés d'authentification nécessaire à la **communication sécurisée** vers la plateforme IoT.
- La **plateforme IoT** utilisée est ThingsBoard, open source.



DEEP IIoT est un sous-projet financé par l'appel d'offres ouvert du projet IoT-NGIN. IoT-NGIN a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne (convention de subvention n° 957246).



Contenu du starter-kit DEEP IIoT



Zest_Core_STM32H743ZG

35

carte programmable d'un MCU avec cœur Arm Cortex-M7

Zest_Radio_Heracles224G

carte d'extension ajoutant la communication NB-IoT et LTE-M

Zest_Sensor_4-20mA

carte d'extension permettant de connecter 4 capteurs industriels

Zest_Power_12-48V-to-10V

carte d'extension permettant l'alimentation du kit entre 12 et 48V

Zest_Security_SecureElement

carte d'extension ajoutant un élément sécurisé

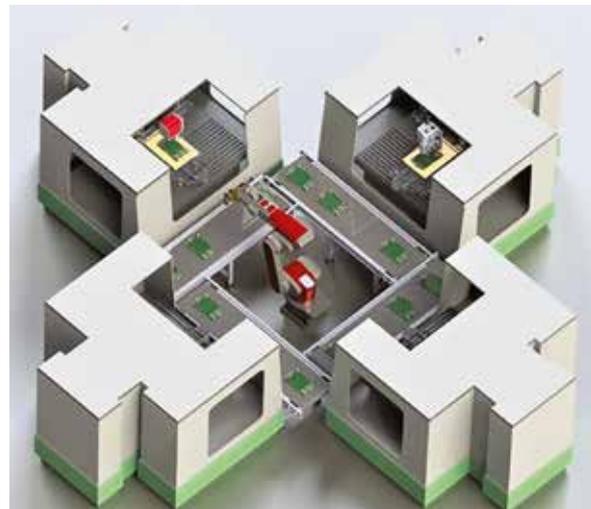
Zest_RTC_RV-8803-C7

carte d'extension permettant la datation des mesures effectuées

Zest_Carrier_Extension

carte d'extension permettant l'empilage sur deux emplacements côte à côte

NextFab.



36

NextFab est un projet collaboratif regroupant six centres technologiques : CTTC, CANOE, ALPhA-NOV, CISTEME, CRITT Informatique et CATIE, répartis sur quatre sites en Nouvelle-Aquitaine (Limoges, Bordeaux, Poitiers et Pau).

Ces centres représentent les trois filières régionales prioritaires : Chimie & Matériaux, Électronique & Photonique et Numérique.

La ligne pilote NextFab vise à produire une pièce dotée de fonctions électroniques au moyen de l'**impression 3D**.

Cette approche permet d'enfouir les composants de base dans la pièce, la rendant plus compacte et protégée de l'environnement opérationnel. Elle améliore également les performances globales et la durabilité des pièces. Cette manière d'aborder la fabrication permet de découpler les possibilités

de conception, de propriétés et de performances, conduisant ainsi à une **hyperpersonnalisation** de la pièce souhaitée.

La ligne pilote servira de plateforme de Recherche & Développement et d'outil de recherche. Elle permettra également une montée rapide du produit vers le marché grâce à sa capacité – à terme - de produire en petites séries pour un *Time-to-Market* réduit, aidant ainsi les entreprises à gagner en compétitivité.

Le CATIE apporte son **expertise** en conception électronique et assure le monitoring et la centralisation des données générées par les différents modules de la ligne.

Ce projet renforce la position du CATIE dans l'innovation technologique en Nouvelle-Aquitaine.



Accompagnement.

EDIH Dihnamic.

Le CATIE est membre de l'**EDIH Dihnamic**, un groupe d'acteurs de l'innovation, de la formation et du transfert de technologies dans la région Nouvelle-Aquitaine.

Dihnamic est un projet ambitieux, mené par un consortium de 13 partenaires, qui vise à donner **accès à des technologies numériques de pointe**, telles que l'Intelligence Artificielle, la robotique avancée, les jumeaux numériques et les systèmes intelligents. Ce projet permettra d'**accélérer la transition numérique et durable** du tissu industriel régional : Dihnamic encouragera et soutiendra le développement d'une industrie numérisée, résiliente et efficace 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. Les services basés sur l'IA et les technologies numériques suivent les recommandations de la "stratégie européenne en matière d'IA de confiance".

Les objectifs de l'EDIH

Le projet Dihnamic représente une opportunité unique pour les entreprises de la région Nouvelle-Aquitaine de bénéficier des avantages des technologies numériques de pointe tout en contribuant à la construction d'une **industrie durable, efficace et éthique**.

Dihnamic facilitera également l'accès des entreprises régionales à la recherche de financement, les aidant à lever un total de 2 **millions d'euros d'investissement** supplémentaires sur une période de 3 ans.

Le projet Dihnamic a également pour objectif de tisser des liens et des partenariats avec d'autres EDIH et centres de recherche actifs dans l'IA, le calcul haute performance et la cybersécurité.

Au cours de la période 2023-2026, Dihnamic proposera à plus de cent entreprises néo-aquitaines **plus de 600 actions de soutien**, allant de l'expérimentation des diverses technologies à la formation et à la recherche de financement. La liste exhaustive des services est disponible sur <https://www.dihnamic.eu/fr/services/>.

ANALYSE ET DIAGNOSTIC

EXPÉRIMENTATION

FORMATION

FINANCEMENT

MISE EN RELATION

022

Le rôle du CATIE

Le CATIE est un partenaire clé du projet, mettant à disposition ses connaissances en matière d'Intelligence Artificielle, de robotique, d'interfaces Homme-Machine ainsi que de systèmes et infrastructures communicants et intelligents.

Le CATIE est responsable du lot "**Tester avant d'investir**" qui offre aux entreprises locales des services innovants, notamment des outils et des méthodologies pour développer, intégrer et évaluer une approche centrée sur l'Humain et durable afin de soutenir l'utilisation de technologies numériques.

Cela permet aux entreprises de **minimiser les risques** et d'**optimiser leur retour sur investissement** pour l'intégration de ces technologies.

Le CATIE intégrera et appliquera les concepts d'IA de confiance dans tous les services délivrés.

Ces concepts ont été conçus pour garantir que les systèmes d'IA sont justes, fiables et éthiques, et qu'ils respectent les droits fondamentaux des utilisateurs.

Le CATIE mettra à disposition des entreprises accompagnées par Dihynamic ses trois plateformes d'innovation technologique : **PEAC²H** pour l'évaluation cognitive et comportementale, **6TRON** pour l'Internet des Objets (IoT) et **VANII-LA** pour l'Intelligence Artificielle (IA).

39



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. Ils ne sauraient engager la responsabilité de l'Union européenne ou de l'autorité concédante.

Un data scientist délocalisé au CATIE.

Automotive Cells Co (ACC) est une entreprise créée en 2020 qui développe des batteries pour des véhicules électriques. Ses actionnaires sont Saft, Stellantis et Mercedes.

Nicolas Prévot a intégré le centre d'expertise R&D de Bruges qui a été inauguré en 2021.



40

Quand es-tu arrivé au CATIE ?

J'ai rejoint ACC début 2022 afin d'y effectuer mon stage de fin d'études de 6 mois en vue d'accéder au poste de data scientist. Les premiers échanges avec le CATIE ont débuté peu après car ACC n'avait à l'époque pas d'expert en Intelligence Artificielle capable d'encadrer mes travaux et de les évaluer.

J'ai donc demandé à pouvoir travailler avec le CATIE pour continuer l'apprentissage de mes connaissances. À partir de septembre, un planning a été mis en place pour que je sois basé à Talence à raison de 2 semaines par mois au sein de l'équipe Algorithmes et Données, avec Erwan

Simon comme référent direct.

La première semaine, pendant laquelle je peux échanger et poser des questions techniques aux collaborateurs du CATIE, est dédiée à mes projets ACC. Pendant la seconde, je travaille sur des sujets IA traités par le CATIE et peux ainsi monter en compétence.

Que t'apporte cette organisation ?

Je suis heureux d'avoir pu présenter mon projet de stage à des experts dans les différents domaines de l'Intelligence Artificielle et de recueillir leur avis et conseils. Étant passé directement de l'école à l'entreprise, j'avais le sentiment de ne pas

avoir assez de recul.

Cette organisation me permet de voir l'évolution de différents projets, de travailler sur des sujets variés et selon des méthodes complémentaires en fonction de la structure. La diversité des projets et des solutions me permet de prendre beaucoup de recul sur ces projets, leur architecture et sur la résolution des problématiques.

Il faut juste que je fasse attention à ne pas manquer d'informations importantes sur les projets du CATIE et cela m'apprend à bien rédiger mes travaux pour que ce soit utilisable par d'autres pendant mon absence. Cela demande également beaucoup d'organisation pour mener les projets à terme en respectant les délais.

Quels sont les points sur lesquels tu penses avoir le plus progressé ?

J'ai beaucoup appris sur PyTorch (une bibliothèque d'IA pour se lancer dans le *deep learning* et le développement de réseaux de neurones artificiels) et le traitement du langage naturel, en travaillant sur un démonstrateur et en participant à la R&D interne CATIE. Je sais désormais comment on traite les projets (de la faisabilité à la réalisation) et pour avoir vu différentes approches et façons de gérer, j'ai désormais beaucoup plus de recul qu'avant d'intégrer le CATIE.

Cela me permet d'avoir plus d'expérience et de légitimité pour travailler avec les 3 autres data scientists qui ont rejoint ACC.

Cette collaboration met en exergue notre proposition originale d'accueillir non seulement des stagiaires et des doctorants mais également des salariés d'autres structures. Au CATIE, nous sommes conscients que le transfert technologique est intrinsèquement une question d'Hommes : c'est en travaillant conjointement avec des experts que l'on peut affiner ses compétences, se confronter à des défis technologiques variés et, par conséquent, acquérir une perspective technique élevée, indispensable à tout ingénieur pour faire face aux problèmes complexes qui rythment son activité dans l'entreprise.

Fort de plusieurs accompagnements de ce type par le passé, le CATIE est capable de proposer des conditions adaptées aux besoins spécifiques de chaque entreprise et de chaque individu.

MCG.

42

MCG (Motion Concept Group) est une start-up fondée en 2018 et basée à Lacanau. Elle est spécialisée dans l'**assistance technologique pour les sports nautiques de glisse**. MCG a récemment souhaité bénéficier de l'accompagnement du CATIE pour concevoir un nouveau modèle de paddle à motorisation intelligente.

L'objectif de cette collaboration était de tirer parti des compétences du CATIE dans les domaines des systèmes embarqués et de l'Intelligence Artificielle afin de mettre en place un **système de captation de données et un algorithme performant**. L'étape initiale consistait à identifier les phénomènes physiques porteurs d'informations utiles, à capter et stocker celles-ci pour lancer la phase algorithmique.

Deux hypothèses ont alors été étudiées : la première reposait exclusivement sur une approche "traitement du signal et filtrage numérique

embarquable", tandis que la seconde explorait l'évaluation d'algorithmes d'Intelligence Artificielle pour déterminer leur performance et leur embarquabilité.

Grâce à l'appui du CATIE, MCG a pu mettre en œuvre la solution retenue sur un paddle afin de détecter les mouvements initiés par l'utilisateur et caractériser le déplacement de celui-ci. Ces informations ont ensuite été utilisées pour contrôler la propulsion d'un moteur embarqué, qui **assiste l'utilisateur pendant le pagayage**. Le fonctionnement est similaire à celui des vélos électriques : le paddle ne se déplace pas de manière autonome, mais le moteur facilite le pagayage et le rend moins éprouvant.

Les travaux se poursuivront en 2023 afin de tester la robustesse de l'algorithme et d'améliorer ses performances.



Vitirover.

2022

Depuis plus de 10 ans, Vitirover conçoit et fabrique des **robots autonomes ressemblant à des tondeuses**, mais bien plus polyvalents. Ils sont utilisés pour diverses tâches, telles que la tonte de pelouses, le nettoyage de vignes (sans glyphosate) et le désherbage dans des zones dangereuses telles que les rails de chemin de fer et les postes électriques à haute tension.

Les robots tout-terrain de Vitirover sont déjà déployés avec succès à Saint-Emilion et dans d'autres régions viticoles.

Afin d'améliorer l'électronique embarquée dans ses robots, Vitirover souhaite améliorer la performance de certaines cartes électroniques clés.

Les électroniciens de notre département Systèmes Cyber-Physiques ont donc mené un

audit approfondi des cartes électroniques utilisées dans ces robots, en se concentrant sur deux points en particulier : l'optimisation du routage des parties Radiocommunication ainsi que de l'électronique de puissance permettant le contrôle moteur.

Ces améliorations sont une étape essentielle pour **augmenter la fiabilité des robots** et assurer un fonctionnement sans interruption, même en conditions difficiles.

Des tests approfondis seront réalisés en 2023 pour évaluer le gain en performance des robots.

Ce type d'audit démontre non seulement l'expertise de notre département, mais également notre **indépendance** en matière de technologies hardware et software.

Laser 4.0.

Bilan de fin de projet vu par le responsable

Le premier projet Laser 4.0 s'est conclu fin 2022, après 2 ans d'accompagnement. Financé en partie par la Région Nouvelle-Aquitaine, il est le fruit d'une collaboration entre le CATIE, Amplitude Systèmes et le laboratoire ESTIA Recherche.

Le but du projet était l'application des principes de l'Industrie 4.0 aux lasers femtosecondes que fabrique Amplitude Systèmes, afin d'**améliorer son service après-vente**.

44

Sa particularité est d'avoir fait intervenir les trois départements du CATIE dans les problématiques suivantes :

Question *Quels outils proposer pour aider un technicien en Chine ou Corée du Sud à effectuer la maintenance d'un laser qu'il connaît mal avec l'aide à distance d'un expert situé à Pessac ?*

Réponse Un bras articulé équipé d'une caméra a été développé pour permettre à l'expert de suivre plus efficacement les actions du technicien. Les questions d'usage ont également été abordées.

Q *Comment faire en sorte qu'un Chinois et un Français se comprennent malgré la barrière culturelle et une maîtrise approximative de l'anglais ?*

R Des outils ont été prototypés pour minimiser l'utilisation du langage. Les solutions retenues permettent de pointer sur une vidéo qui présente des actions techniques telles que visser, prendre la tension, etc. sous forme de GIF, afin de réduire toute ambiguïté.

Q *Comment détecter efficacement des anomalies dans des logs de lasers et anticiper des baisses de puissance sur le long terme ?*

R Un outil embarquable de détection automatique d'anomalies et de maintenance préventive a été développé avec succès sur le plan technique. Cependant, il soulève des questions "métier," qui nécessitent parfois l'intervention d'un expert pour l'interprétation et la prise de décision.

Q *Comment donner une vue générale de ce qu'il se passe sur un laser sur une période donnée à un diagnostiqueur de panne du SAV ?*

R Un outil visuel inspiré de l'état de l'art a été créé pour afficher, de manière comprimée, l'ensemble de l'historique des capteurs du laser sur une seule page. La représentation choisie permet de distinguer les variations importantes et les faibles fluctuations. Des tests utilisateurs ont été effectués pour s'assurer



que cet outil répondait aux attentes des utilisateurs finaux.

Q *Comment aider les hotliners du SAV à répondre plus rapidement aux mails de leurs clients ?*

R Une extension Outlook d'une application web a été développée pour fournir une aide à la décision automatisée. L'outil analyse automatiquement les e-mails reçus et identifie s'il s'agit d'une nouvelle demande client. Il extrait également les caractéristiques du laser concerné et affiche l'historique des interventions effectuées sur ce dernier, ou recherche des pannes similaires.

Q *Comment monitorer l'environnement des lasers (chocs, vibrations, température, etc.) pendant leur transport et leur utilisation ?*

R Nous avons conçu une carte électronique capable de loguer les chocs et les vibrations (énergie, analyse spectrale, accélération) ainsi que les conditions environnementales (température, humidité, pression). L'un des principaux défis était de garantir une autonomie allant jusqu'à six mois, sans perdre en réactivité ou précision.

Grâce à la forte implication d'Amplitude tout au long du projet, en particulier lors de l'intégration des travaux du CATIE, chacun des points susmentionnés a abouti à un produit ou un logiciel utilisable par les équipes d'Amplitude. C'est un bel exemple de réussite en matière de transfert technologique.

Un nouveau projet, tourné vers la production et plus orienté "recherche", est en cours de montage avec les mêmes partenaires.

volBrain.

volBrain est un logiciel d'**analyse d'imagerie médicale** qui utilise l'Intelligence Artificielle pour effectuer une volumétrie cérébrale automatisée. En utilisant des données d'imagerie cérébrale telles que l'IRM, il mesure le volume de différentes structures cérébrales, fournissant ainsi une analyse rapide et précise.

46

La plateforme est utilisée par des chercheurs et des médecins pour effectuer des rapprochements dans le diagnostic de maladies neurologiques telles que la maladie d'Alzheimer, ainsi que pour la surveillance de l'évolution des tumeurs cérébrales.

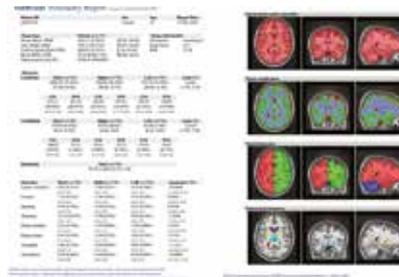
Elle a été conçue pour aider les professionnels de la santé dans leur travail en fournissant une analyse automatisée rapide et précise des volumes cérébraux, permettant ainsi une prise en charge plus rapide et plus efficace des patients.

L'application volBrain est déployée sur un parc de serveurs géré conjointement par le LaBRI et l'Université Polytechnique de Valence, en Espagne. Le CATIE est intervenu sur des tâches d'**intégration** et de **déploiement continu**, afin de

s'assurer que l'application fonctionne correctement et que l'ajout de nouvelles fonctionnalités ne provoque pas d'erreurs.

Les tests nécessaires ont été conçus et automatisés par le département Algorithmes et Données, et une simulation sécurisée est effectuée avant tout déploiement automatique sur le serveur.

Les travaux sur la pré-production de volBrain se dérouleront en 2023, avec pour objectif de garantir que l'application ne subisse pas de régression suite aux mises à jour et qu'elle continue de fonctionner de manière fiable pour aider les professionnels de la santé à améliorer la prise en charge des patients.





HoloForge.

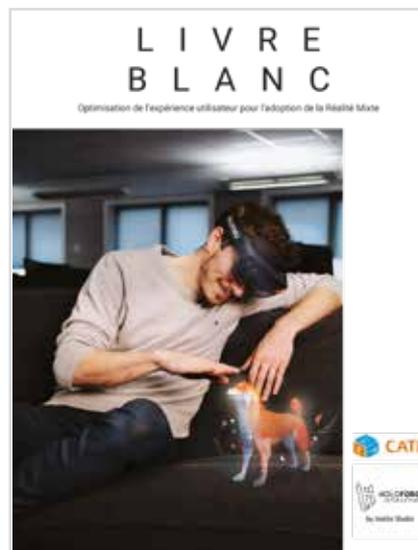
2022

Le projet Région collaboratif entre **HoloForge** (département spécialisé dans la Réalité Mixte du studio de jeux vidéo Asobo Studio) et le CATIE est arrivé à son terme en décembre après deux ans de coopération autour de l'optimisation des solutions de Réalité Mixte centrée sur les utilisateurs finaux. Une collaboration, force de conception et d'élaboration de supports variés, proposant *in fine* :

Un projet novateur, souhaitant commencer à répondre aux manques de standards de conception centrée sur l'utilisateur dans le domaine de la Réalité Mixte, tout en s'efforçant d'apporter des solutions et supports accessibles pour les concepteurs du domaine.

- le livre blanc **Optimisation de l'expérience utilisateur pour l'adoption de la Réalité Mixte**. Disponible gratuitement sur le site Projet et qui sera présenté par Microsoft au Laval Virtual 2023
- la mise en ligne de l'ensemble des méthodologies et outils spécialement dédiés à l'**évaluation de la Réalité Mixte** - accessibles gratuitement sur la plateforme PEAC²H du CATIE et sur le site Projet au format PDF
- et le lancement d'un **premier prototype d'analyse comportementale** des utilisateurs, à travers l'exploitation des données brutes générées par les casques de Réalité Mixte (Hololens II)

47



PEAC²H.

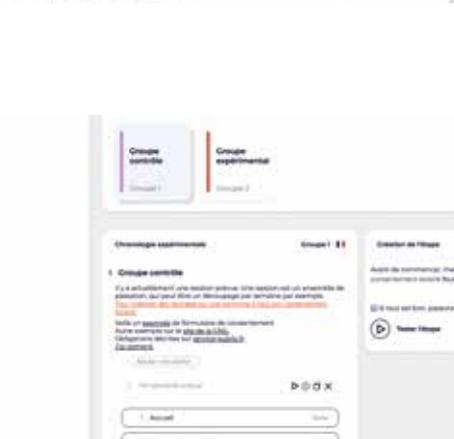
La Plateforme d'Évaluation et d'Analyse Cognitive et Comportementale de l'Humain (PEAC²H) du CATIE est accessible gratuitement en ligne depuis juin 2022 à l'adresse suivante : <https://app.peac2h.io/>.

PEAC²H a été pensée et conçue pour accompagner les PME et ETI qui ont besoin d'accéder rapidement et de manière autonome à des ressources et des compétences sur les Facteurs Humains pour la conception de leurs systèmes numériques.

Utilisée en interne pour de nombreux projets au CATIE (projets régionaux collaboratifs, projets européens ou encore enseignements en écoles ou universités), la plateforme met à disposition un **panel d'outils** spécialement dédiés à l'évaluation de l'Humain et/ou des solutions numériques (questionnaires, échelles, et bientôt des applications et une connexion avec des systèmes de monitoring).

Son but est de permettre à tous les utilisateurs, experts ou simples curieux, d'élaborer, de faire passer et de récolter, de façon simple et sereine, des données d'évaluation. PEAC²H propose également depuis fin 2022 quelques **modèles et études publiques** pour inspirer et accompagner ses utilisateurs dans la mise en place de leurs évaluations.





En seulement quelques clics, il est maintenant possible de concevoir une étude dans son ensemble, de suivre les avancées des participations et de recueillir les données des participants. Les premières visualisations des résultats arriveront quant à elles courant 2023.

L'équipe Systèmes Centrés sur l'Humain a également proposé un premier niveau de partage autour de PEAC²H en créant des **équipes de travail**. L'objectif est de mieux collaborer pour mieux élaborer.

Il est donc maintenant possible de travailler à plusieurs, autour d'outils et d'études, pour optimiser les évaluations d'une équipe.



Peac²h
By CATIE



Argus.

Argus est un projet inter centres de transfert, en collaboration avec des partenaires tels que le FCBA (Institut technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement), INVENIO (Station d'expérimentation de la filière fruits et légumes en Nouvelle-Aquitaine), l'ANPN (Association Nationale des Producteurs de Noisettes), le LaBRI et Sky Birds View.

Son objectif est de fournir toutes les informations nécessaires aux propriétaires, exploitants, producteurs et vendeurs de parcelles pour savoir ce qui existe réellement sur leur terrain, déterminer le volume de bois présent ou à venir et comparer la croissance des arbres.

Les data scientists du département Algorithmes et Données ont travaillé à analyser des données relatives aux parcelles arborées collectées au moyen de LIDAR d'une portée de 100m et d'une précision de 1cm.

Cette technologie a permis de

récolter des millions de points destinés à reproduire de manière virtuelle les arbres présents.

Ces nuages de points sont traités à l'aide d'algorithmes basés sur la transformée de Hough afin de déterminer les coordonnées de chaque arbre.

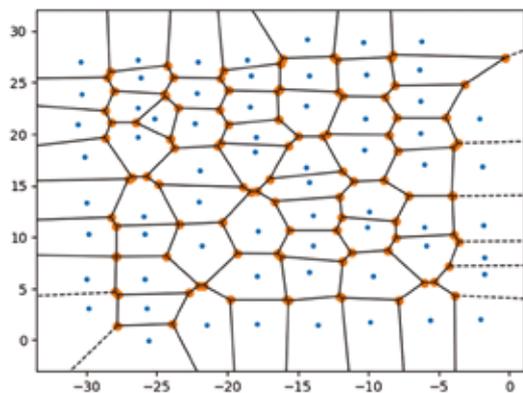
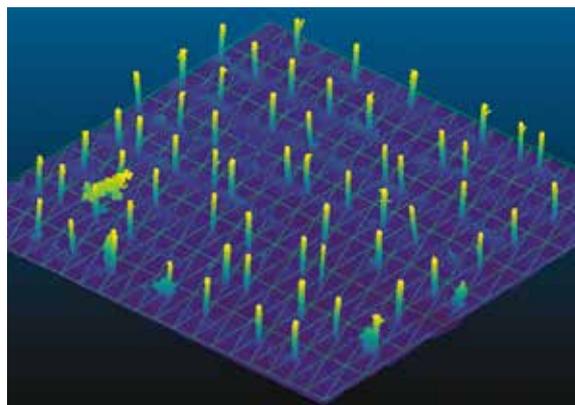
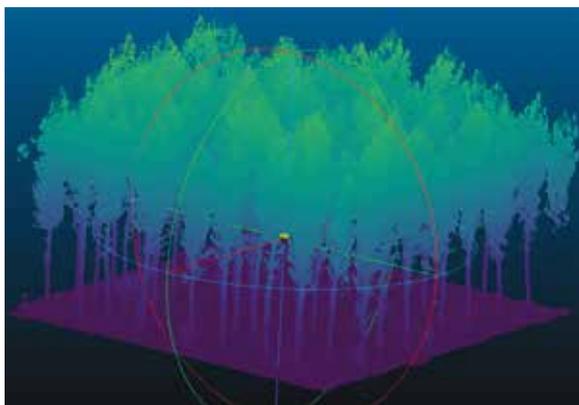
D'autres algorithmes sont également utilisés pour éliminer de l'environnement tout ce qui n'est pas un arbre ou de la végétation.

Chaque arbre est ensuite identifié grâce à son tronc en utilisant la méthode RANSAC (*RANdom SAmple Consensus*) qui permet de trouver le tronc et de définir sa hauteur maximale en utilisant les points disponibles.

Grâce à cette méthode, il est possible de déterminer l'emplacement de la première branche et de calculer la surface au sol de l'arbre à l'aide de l'enveloppe connexe.

Les caractéristiques de chaque arbre, telles que la hauteur totale, le diamètre à 1,3 m, la hauteur du tronc de 7 cm de diamètre et la hauteur de la première branche vivante, sont ensuite stockées dans un fichier dédié.

Ce projet, soutenu et financé en grande partie par la Région Nouvelle-Aquitaine, durera 3 ans. Les actions prévues en 2023 porteront sur la reconnaissance automatique de la première branche vivante et l'introduction du *deep learning* pour améliorer la segmentation des arbres.



CES 2022.

Le CES (Consumer Electronics Show) est l'un des salons technologiques les plus importants et les plus prestigieux au monde. Il se déroule chaque année à Las Vegas, aux États-Unis.

Le CES met en vedette les **dernières innovations** et les **avancées technologiques** dans un large éventail de domaines, tels que l'électronique grand public, les technologies de l'information, les télécommunications, l'Intelligence Artificielle, les véhicules autonomes, la Réalité Virtuelle, les objets connectés et bien d'autres.

Il est considéré comme une référence dans le domaine de la technologie et il influence souvent les tendances futures de l'industrie. C'est un événement incontournable pour les acteurs majeurs du secteur, leur permettant de présenter leurs **dernières innovations** et de captiver l'attention du public.

Nous sommes extrêmement fiers d'avoir contribué au développement de certaines de ces innovations puisque deux entreprises ayant bénéficié d'un accompagnement du CATIE ont été primées : **MyEli** et **Wisear**.





MyEli, la sécurité connectée

Ludivine ROMARY a reçu le prix de l'innovation - *Innovation Award* - pour son **bijou de défense connecté**. Il permet d'alerter discrètement l'entourage de son porteur, en cas de harcèlement de rue, violence, malaise ou chute.

En un clic, il est possible de signaler à ses proches un sentiment d'insécurité. En deux clics, le bracelet les rassure.

Le CATIE a participé à la conception de cet objet numérique avec **CISTEME** et **Mink**, autres acteurs de l'écosystème néo-aquitain.



Wisear, l'interface neurale

Yacine ACHIAKH recevra en 2023 le prix de l'innovation ainsi que le premier prix d'accessibilité pour le pilotage d'un **écouteur intra-auriculaire (earbud) sans contact**. L'équipe Systèmes Cyber-Physiques l'a accompagné afin de développer une électronique adaptée pour cette solution main-libre basée sur l'analyse des signaux physiologiques.

Un algorithme dédié permet de reconnaître l'action de l'utilisateur (serrage double ou triple des mâchoires...) et de l'interpréter pour **commander son smartphone** (marche/arrêt, changement de piste...).

Projets de transfert.

Les petites et moyennes entreprises représentent la majorité des structures accompagnées par le CATIE.

En 2022, 79% des prestations ont été réalisés en Nouvelle-Aquitaine.





AI4Industry.

L'Intelligence Artificielle au service de l'industrie

AI4Industry était de retour à l'ENSEIRB-MATMECA du 17 au 21 janvier pour sa 3^{ème} édition, co-organisée par **Aquitaine Robotics**, l'**ENSAM**, **INP ENSEIRB-MATMECA**, l'**Inria**, l'**Université de Bordeaux** et le **CATIE**.

Nos experts en IA y ont donné plusieurs conférences sur des sujets tels que le *deep learning*, l'Intelligence Artificielle et les Facteurs Humains.

56

Comme chaque année, notre département Algorithmes et Données a mis à la disposition des participants notre **plateforme VANILA**, pensée et conçue pour se familiariser avec l'IA et améliorer ses compétences, afin qu'ils puissent l'utiliser pour leurs travaux sur les différents use-cases présentés.

Le CATIE a également proposé un **cas d'usage de reconnaissance gestuelle** qui utilise une centrale inertielle embarquée, développée dans le cadre du projet 6TRON, pour identifier les chiffres ou les signes dessinés à la main.



Les Challenges de l'loT.



Le pôle **Alpha RLH** a organisé la deuxième édition des Challenges de l'loT, une occasion unique de découvrir les dernières tendances et évolutions technologiques de l'**internet des objets**.

Cet événement s'est déroulé le 5 juillet à Limoges, dans les locaux de Legrand, en partenariat avec **CISTEME** et le **CATIE**.

Les différents aspects clés des objets connectés ont été abordés, tels que l'interopérabilité, l'impact de la 5G sur l'loT industriel, le traitement des données, l'Intelligence Artificielle des Objets, le déploiement d'un réseau de capteurs et la sécurisation des données contre les attaques.

De nombreux acteurs majeurs ont pris la parole lors de conférence regroupées en trois thèmes (Capter - Transmettre - Exploiter & Sécuriser la data) pour partager les dernières avancées technologiques de l'loT. Les sujets abordés comprenaient notamment l'IA embarquée, les fonctionnalités de la 5G et la valorisation sécurisée des données industrielles dans le **cloud**.

Cette journée a permis aux participants d'approfondir leurs connaissances et de découvrir les dernières tendances en matière d'objets connectés.

Prochaine édition : 28 septembre 2023 à Bidart dans les locaux de l'ESTIA



TechTronics² Nouvelle-Aquitaine.

Le **6 octobre 2022** s'est déroulée à Camblanes-et-Meynac la 2^{ème} édition de **TechTronics Nouvelle-Aquitaine**, un rendez-vous unique et novateur réunissant professionnels et Centres Techniques de l'Électronique de Nouvelle-Aquitaine.

Fruit de la collaboration entre le CATIE et CISTEME, cet évènement aspire à réunir les professionnels du secteur et leur proposer une journée dédiée, durant laquelle ils peuvent interagir et assister à différentes interventions.



Programme

- Ambitions et feuille de route de la filière Électronique
- Présentation de l'association Embedded France
- Expertises CATIE et CISTEME (projets communicants)
- Sécurisation des systèmes et des communications sans fil (cas d'usage)
- IA embarquée

Prochaine édition : 3 octobre 2023 à Limoges (ESTER technopole)

SIDO Paris.



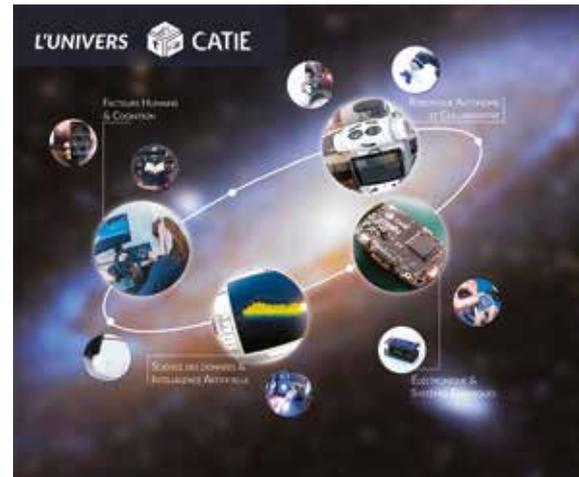
Les **8 et 9 novembre 2022**, le CATIE avait fait le déplacement au Palais des Congrès pour la deuxième édition du SIDO à PARIS.

Près de 6 000 visiteurs s'y sont également rendus pour découvrir les nouveautés en IoT, Intelligence Artificielle, robotique et cybersécurité.

Ils ont pu rencontrer notre équipe sur place et (re) découvrir toutes les activités et compétences du CATIE, avantageusement présentées par notre robot EPOCH.

L'univers de nos expertises - Intelligence Artificielle, électronique embarquée, Facteurs Humains, robotique - a été mis en lumière ainsi que nos plateformes d'innovation technologique open source.

Nous vous donnons rendez-vous à la prochaine édition du SIDO Lyon les **20 et 21 septembre 2023** à la Cité Internationale !



Nos interventions et publications.

Quelques conférences et tables rondes auxquelles le CATIE a pris part en 2022.
Retrouvez également les publications issues des recherches de nos collaborateurs.

Janvier

AI4Industry 2022

Présentation de la plateforme Vaniila; outils Python et *notebook*
Cas d'usage CATIE : implémentation d'algorithmes de *deep learning*
Mécanismes d'attention en *deep learning* et applications
Les Facteurs Humains pour une collaboration Homme-IA
Les enjeux et contraintes de l'IA en système embarqué

60

Février

IHSI 2022 International Conference

Cognitive Computing potential for single-pilot operations for commercial planes - Projet Co2Team

Avril

Smart Systems Integration

HydroZest: embedded IA for predictive maintenance - Projet Digifed

Publication : Thèse Yvan Pratviel

Tool Embodiment is Reflected in Movement Multifractal Nonlinearity

Juin

XR Day's 2022

La place de l'Humain dans les technologies immersives

Juillet

Challenges de l'IOT

Comment des données hétérogènes permettent de quantifier l'impact environnemental des ports de demain

- Projet PIXEL

Les capteurs intelligents et IA embarquée

Septembre

Publication : Thèse Yvan Pratviel

Avatar embodiment in VR: are there individual susceptibilities to visuo-tactile or cardio-visual stimulations?

Octobre

TechTronics²

IA embarquée : comment passer de l'algorithme à l'objet connecté ?

Naia-R 2022

L'intelligence Homme-Machine : mix gagnant de l'industrie de demain ?

Publication : Thèse Logan Saint-Germain

Methodology to Adapt Neural Network on Constrained Device at Topology level

Novembre

ETIS'2022

Création de nouvelles interfaces tangibles *low tech* notamment pour la Réalité Augmentée basée projection

Industrie et Innovation 2022

L'industrie 4.0 à 5.0 : contraintes et opportunités

Décembre

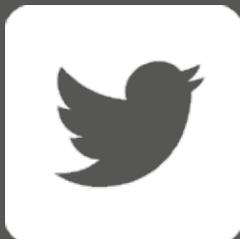
GreenTech Forum

IT for Green / Le numérique comme levier de la transition écologique de l'industrie et la consommation

Horizon 2023

Lien entre humains, technologies et contenus pédagogiques dans les systèmes numériques

Nos réseaux sociaux.



@CATIE_AQ
525 abonnés



CATIE-aq
1734 abonnés



CATIE
21,1k vues

Nos sites internet.



Vanilla
By CATIE



6TRON
By CATIE



Peac²h
By CATIE



Vos contacts.

2022



Général

contact@catie.fr

Ressources Humaines

emploi@catie.fr

Communication & Marketing

communication@catie.fr



63

Du capteur aux remontées d'informations pour les plateformes IoT

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

scp@catie.fr

De l'analyse à la conception centrée utilisateur

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

sch@catie.fr

Du traitement des données à l'Intelligence Artificielle

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

ad@catie.fr

Nos expertises se partagent.



CATIE

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



RÉGION
**Nouvelle-
Aquitaine**